©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Graz, Lehrkanzel für Morphologie und Ökologie (Vorstand: Prof. Dr. R. SCHUSTER)

Ökologisch-faunistische Untersuchungen über die Hydrofauna der Lurgrotte zwischen Peggau und Semriach in der Steiermark

Von HEINZ NEUHERZ

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 22. März 1973 durch das k. M. Erich Reisinger

Mit 10 Abbildungen, 4 Tabellen, 2 Karten

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung 103
II. Material und Methodik 104
III. Geologie, Genese und Hydrographie des Lurhöhlensystems . 107
IV. Chemismus . 110
V. Temperatur . 112
VI. Licht 114
VII. Faunistik, Klassifizierung und spezielle Besonderheiten der Höhlenbewohner 116
VIII. Biozönotik der verschiedenen Lebensräume in der Höhle 134
IX. Zusammenfassung . 138
X. Literaturverzeichnis . 139

I. Einleitung

Eine ökologisch-faunistische Bearbeitung der Hydrofauna der Lurgrotte zwischen Peggau und Semriach ist bisher noch ausständig. Es liegen bis jetzt hauptsächlich Arbeiten über die Landfauna vor, die aber keinen Gesamtüberblick über die, die Lur-

Anschrift des Verfassers: Dr. Heinz Neuherz, Zoologisches Institut der Universität 8010 Graz. Lehrkanzel für Morphologie und Ökologie.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

grotte bewohnenden Tierarten, oder über die hier herrschenden ökologischen Faktoren geben, sondern vielmehr Einzelfunde aufzeigen, beziehungsweise einzelne Arten anführen (z. B.: ATTEMS, 1895; PENECKE, 1903; WALDNER, 1929; VORNATSCHER, 1952, 1955; KEPKA, 1960, 1961, 1965; MARTENS, 1969). Über die Hydrofauna ist wesentlich weniger bekannt. SCHELLENBERG (1936) meldet erstmals *Niphargus tatrensis* f. *lurensis* aus der Lurgrotte. VORNATSCHER (1952, 1955) fand diesen Amphipoden ebenfalls, und zwar sowohl im Peggauer, als auch im Semriacher Grottenabschnitt, im erstgenannten Höhlenteil zusammen mit der Schnecke *Bythinella austriaca*. Außerdem wurde *Candona* sp., *Gammarus fossarum* und *Astacus* sp. aus der Semriacher Lurgrotte gemeldet. KÜHNELT (1962) führt *Niphargus aquilex* als Bewohner der Höhle an, KIEFER (1964) *Megacyclops viridis* und LÖFFLER und NEUHUBER (1970) berichten über einen Fund des Harpacticiden *Echinocamptus pilosus*.

Im Zuge hydrogeologischer Versuche (KYRLE, 1928; MAURIN und ZÖTL, 1959) untersuchten CERNY (1928) Plankton des Lurbaches und DOEPPER (1959) Diatomeen.

Auf Grund der weitverstreuten und oft nur einzelne Arten betreffenden Literaturhinweise ergab sich folgendes Forschungsprogramm:

1. Faunistische Bestandsaufnahme des gesamten Höhlensystems,
2. Erfassung der in der Höhle verteilungsregulierend wirksamen abiotischen Faktoren und
3. Versuch einer biozönotischen Gliederung der Lurgrottenfauna.

Im vorliegenden Bericht soll nur die Hydrofauna besprochen werden; die Ergebnisse über die Untersuchungen der Landfauna sollen an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Für die wertvollen Anregungen möchte ich an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Univ.-Prof. Dr. E. REISINGER, aufrichtigen Dank abstatten.

Dem Steirischen Höhlenverein danke ich für die Bereitstellung von Literatur und Kartenmaterial.

II. Material und Methodik

Zur Gewinnung der Hydrofauna wurden folgende Methoden angewandt:

1. Im fließendem Gewässer: Absuchen und Abschwemmen von Steinen, Holzstücken etc.; Aufhacken des Bachgrundes und Auffangen des driftenden Materials mittels Hand bzw. im Boden

verankertem Stellkescher; Pipettieren; Schlämmen (=fraktioniertes Sortieren der Tiere bei gleichzeitiger Entfernung von Schlamm und Feinmaterial).

2. Unter Tropfsteinen, Wandgerinnen und Quellaustritten: Aufstellen von Tropfkeschern (Abb. 1).

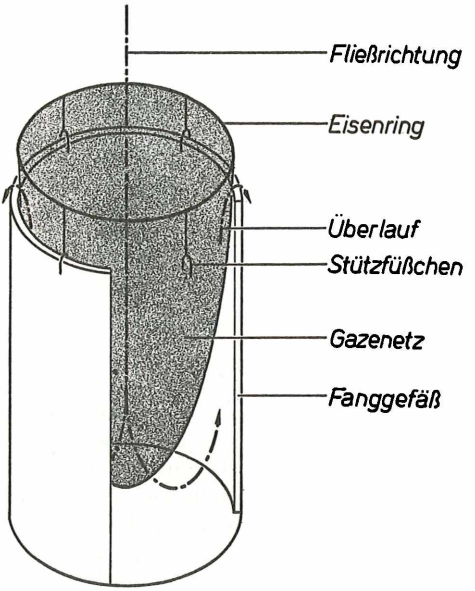


Abb. 1: Tropfkescher.

In einem Behälter mit einem Fassungsvermögen bis zu 20 Liter tauchte ein, an einem Eisenring befestigtes Gazenetz wechselnder Maschenweite etwa 30 cm ein. Um ein ungehindertes Abfließen des in der Mitte des Netzes eintretenden Wassers zu gewährleisten, wurde der Netzrand durch Stützfüßchen etwa 8 cm über der Oberkante des Gefäßes gehalten.

3. Im Prinzip funktionsgleich dem Tropfkescher ist der Wandkescher (Abb. 2).

Hier wurde die sich oberhalb der ebenen Hinterwand des Behälters befindliche Netzaufhängung durch einen Kupferdraht ersetzt. Durch die leichte Formbarkeit des Drahtes konnte diese Dauerfalle leicht den Unebenheiten der Höhlenwand angepaßt werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

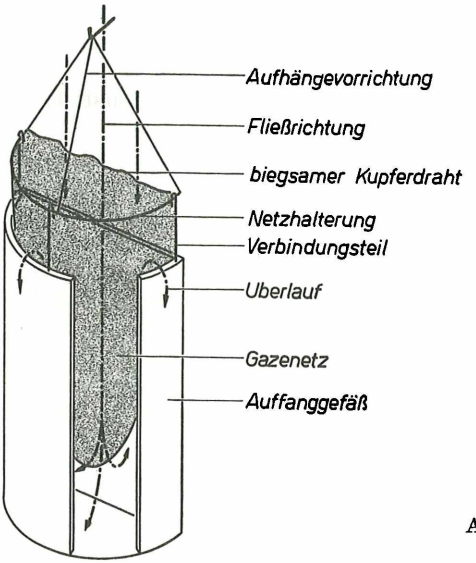


Abb. 2: Wandkescher.

Aus Netzstoff (Maschenweite 3, 5, 10 mm) genähte Säcke, mit einem Volumen von etwa 100 cm³, wurden mit Tier- bzw. Obstresten, aber auch mit gedämpftem, verrottetem Buchenlaub beködert und in das Becken gelegt. Später wurden zusätzlich Moospolster versenkt, die wie die Säcke gleichzeitig Köder und ein strömungsarmes Choriotop darstellten. Zwecks Erfassung der interstitiellen Fauna wurden beide Ködersorten unter dem Wasserspiegel vergraben.

4. In Tümpeln und Sinterbecken: Ködersack (Abb. 3).

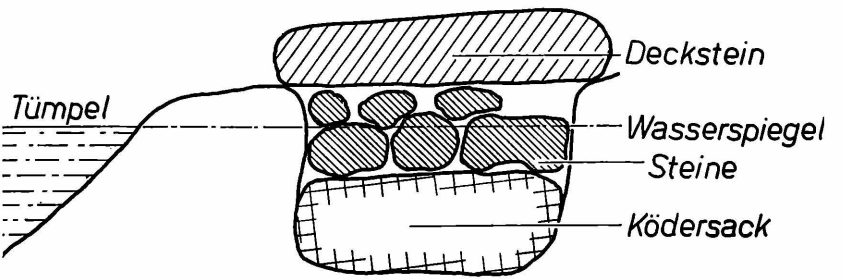


Abb. 3: Ködersack.

5. In Tümpeln und an Uferrändern: Köderröhre (Abb. 4).

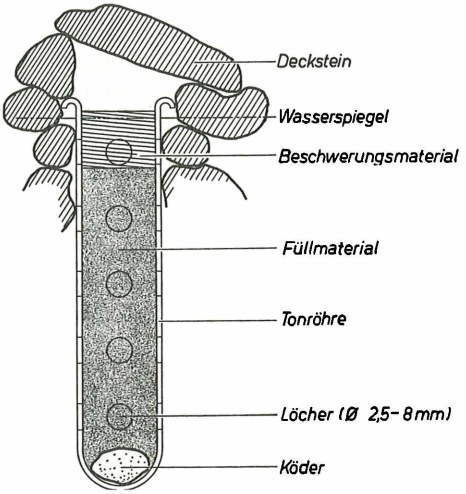


Abb. 4: Köderröhre.

Verdunstungsröhren von Heizkörpern wurden jeweils mit 2,5—8 mm großen Löchern versehen, wie oben erwähnt beködert, in das freie Wasser versenkt oder am Grunde bzw. am Uferrand vergraben. Beim Einholen wurden, um ein Ausschwemmen der Tiere zu verhindern, Rohre passender Größe darübergestülpt.

6. Im hyporheischen Interstitial wurde mit KARAMAN-CHAPPUIS-Grabungen gearbeitet (z. B.: CHAPPUIS, 1942; HUSMANN, 1956; SCHWOERBEL, 1961a, 1967). Zusätzlich wurde manuell gesammelt, gekeschert, pipettiert und geschlämmt.

III. Geologie, Genese und Hydrographie des Lurhöhlensystems

Die Geologie und die Karsterscheinungen des Lurhöhlensystems sind durch die Arbeiten von BOCK (1913, 1928), FLÜGEL (1952, 1960), MAURIN (1952, 1953, 1954), MAURIN und ZÖTL (1959), SCHOUPPÉ (1950), SCHWINNER (1925), VORMAIR (1938, 1940), WINKLER-HERMADEN (1957) u. a. gut bekannt.

Danach liegt das ganze Höhlensystem in seiner gesamten Ausdehnung im Tannebenstock (siehe Karte 1), der ein aus Schöckelkalk bestehendes tektonisches Gewölbe darstellt. Die Basis des Schöckelkalkes ist mit der Unterlage, die hauptsächlich aus Phylliten, Grünschiefern, Kalkschiefern usw. besteht, zum Teil stark verschuppt, während der Schöckelkalk selbst großwellig gefaltet und oft deutlich gebankt ist. Begrenzt wird der Tanneben-

stock fast durchwegs durch steilstehende Störungen, die durch die ausgeprägte Klüftung vorgegeben waren.

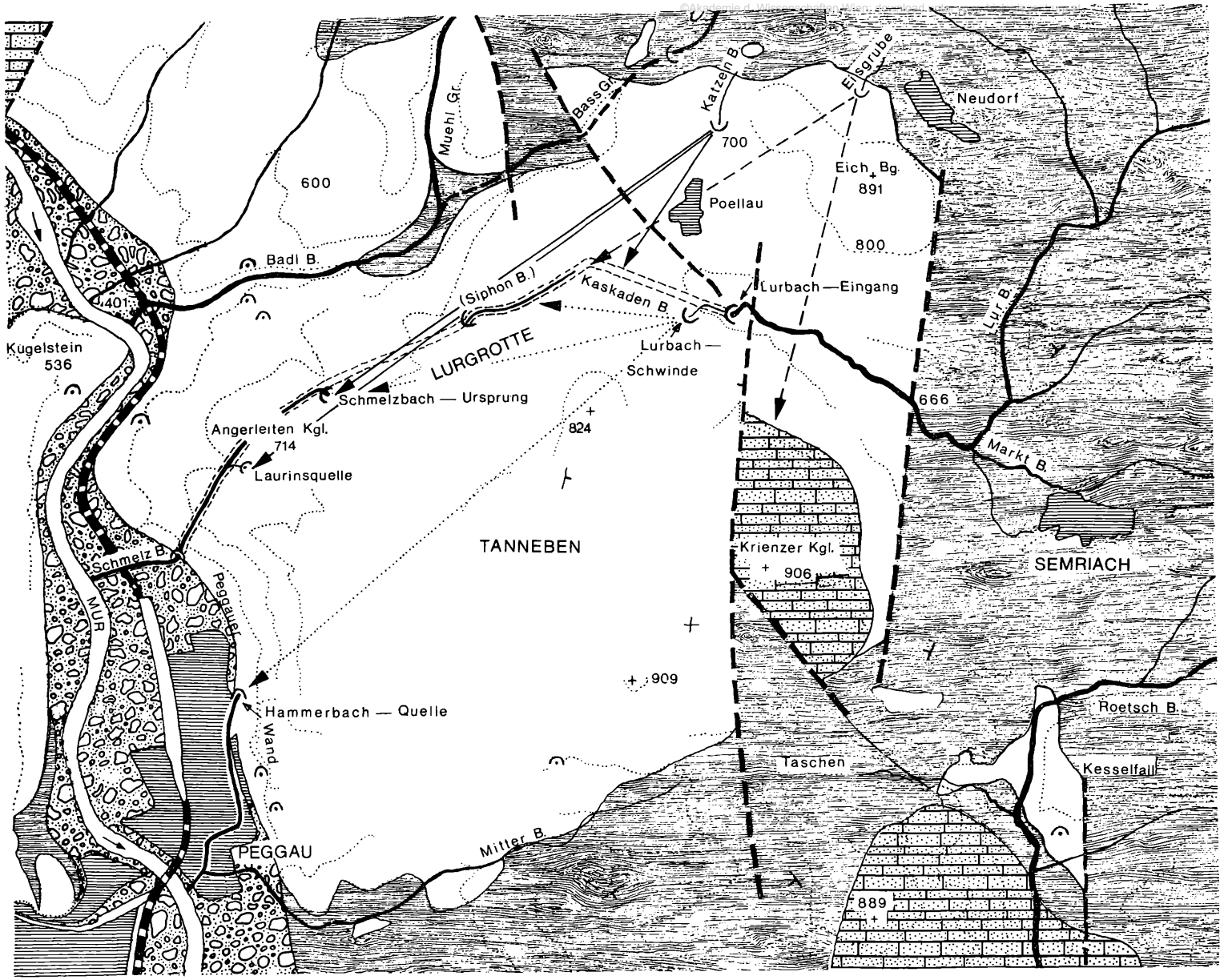
Zur Zeit des Hochstraden-Niveaus (WINKLER-HERMADEN, 1957), das heute noch das beherrschende Formenelement des Tannebenstockes bildet und sich morphologisch durch Oberflächenverkarstung wie auch durch Kristallinschotterbedeckung des Schöckelkalkes zu erkennen gibt, ging die Entwässerung des östlich davon liegenden Semriacher Beckens noch nach Süden. Mit der Eintiefung des Murtales im oberen Pliozän und der damit verbundenen Verschiebung des Grundwasserstromes kam es zur Anzapfung des Oberlaufes des heutigen Lurbaches, was sich noch in dem hakenförmigen Verlaut des Baches erkennen läßt. Da die Eintiefung des Murtales nicht gleichmäßig vor sich ging und der Schöckelkalk gebankt nach Westen fällt, kam es zur Etagenbildung des Lurgrottensystems.

Zum rezenten Einzugsgebiet der Lurgrotte werden das Becken von Semriach, das Gebiet um Pöllau, der Eichberg, die Gegend von Neudorf sowie der Tannebenstock selbst gezählt. Der Lurbach entwässert gemeinsam mit seinen Zuflüssen eine Fläche von etwa 23,3 km^2, wobei die Angaben des Einzugsgebietes auf Grund der karsthydrographischen Verhältnisse nicht exakt feststellbar sind.

Das Gebiet zwischen Pöllau und Neudorf wird wahrscheinlich zur Gänze durch die beiden Schwinden des Katzenbaches und der Eisgrube in das Höhlensystem entwässert (MAURIN und ZÖTL, 1959).

Bei Mittelwasserverhältnissen kommt es zu einer Speisung des Kaskadenbaches, des Schmelzbaches und der Laurinsquelle durch den Katzenbach, während das Wasser der Eisgrube südlich vom Lurbach-Hammerbachsystem vorbeizieht. Erst bei erhöhten Mittelwasser- und Hochwasserverhältnissen kommt es im Tannebenstock zu einer von Süden gegen Norden fortschreitenden Stauung, die die unterirdische Entwässerungsrichtung von allgemein SW gegen WSW verschiebt (BATSCHE et al., 1966). Dadurch wird die Lurgrotte zusätzlich mit Wasser der Eisgrube als auch mit dem des Lurbach-Hammerbachsystems gespeist (siehe Karte 1).

Der Lurbach, der auf Peggauer Seite als Hammerbach entspringt (MAURIN, 1952), verliert im letzten Stück seines oberirdischen Laufes infolge der Perforation des unterlagernden Schöckelkalkes ständig Wasser, und so konnte schon an verschiedenen Stellen ein vollständiges Versiegen des Niederwassers beobachtet werden. In der Höhle selbst ist der Lurbach noch etwa 200 m weit verfolgbar.



LEGENDE

SCHŒCKELKALK, Devon

QUARTÆR, Ablagerungen
nur im Murtal ausgeschieden

DOLOMITE u. KALKE, Devon

SCHIEFERSERIE, Silur u. Devon
Ton—, Kalkschiefer, Quarzit,
Gruenschiefer, Metadiabase, Phyllite

bedeutende STŒRUNGEN u.
UEBERSCHIEBUNGEN

SCHICHTLAGERUNG

bedeutende HŒHLEN

100 0 500 1000 m

M.: 1 25 000

HYDROGEOLOGISCHE UEBERSICHTSKARTE DES LURBACHSYSTEMS

nach MAURIN V., 1952, veraendert

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 2. Charakteristik der Probenentnahmestellen

Probenentnahmestellen	Lokalität	Höhlenabschnitte	Entfernungsangaben der Probenentnahmestellen**	Gewässertyp	Untergrund	künstliche Beleuchtung	Wassertemperaturen in °C (1969—1970)			
							8a	8b	8c	8d
P 1	Schmelzbach-Ausrinn	E	0	Bach	Schotter, Kies, Sand, Schlamm, Pflanzenbewuchs, Detritus	—	9,8	10,5	7,9	2,6
P 2	Marmorhallen	H	200	Sinterbecken	Sinter	+	9,8	10,2	9,1	1,1
P 3	Siegeshalle	H	305	Bachtümpel	Schotter, Schlamm, Detritus	+	9,7	10,2	8,5	1,7
P 4	Elefantenrüssel	H	303	Tropfwassertümpel	Kies, Sand	+	9,8	10,2	9,1	1,1
P 5	Glocke	H	520	Wandgerinne	Schlamm	+	9,7	9,8	9,4	0,4
P 6	Regenhalle	H	550	Wandgerinne	Kies, Sand	+	9,2	9,4	9,0	0,4
P 7	Regenhalle	H	595	Tropfwassertümpel	Sinter, Schlamm	+	9,3	11,0	8,9	2,1
P 8	Gralsburg	H	600	Sinterbecken	Sinter, Schlamm	—	9,3	10,0	8,9	1,1
P 9	Damoklesschwert	H	605	Sinterbecken	Sinter	—	9,5	10,0	9,2	0,8
P 10	Brückentümpel	H	605	Bachtümpel	Schotter, Kies, Schlamm, Detritus	—	9,7	10,2	8,5	1,7
P 11*	Steinerner Wasserfall	H	615	Sinterbecken	Sinter	—	9,7	10,2	8,5	1,7
P 12	Horsahalle	H	655	Bachtümpel	Schotter, Kies, Sand, Schlamm, Detritus	—	9,8	10,2	8,5	1,7
P 13	Madonna	H	660	Bach	Schotter, Sand	—	9,7	10,2	8,5	1,7
P 14	Lauringsquelle	H	820	Quelle	Fels	—	9,5	9,8	9,3	0,5
P 15	Böcklinsbrunnen	H	900	Quelle	Sinter	—	9,2	9,4	9,0	0,4
P 16	Spitzergrotte	H	1105	Wandgerinne	Fels, Schotter	—	9,1	9,5	9,0	0,5
P 17	Schmelzbach-Ursprung	H	1260	Siphon	Schotter, Kies, Sand, Schlamm, Detritus	—	9,8	10,2	8,5	1,7
P 18	Blocksberg-Bründel	H	1370	Quelle (gefaßt)	Fels, Schlamm	—	8,2	8,5	8,1	0,4
P 19	Klosett	H	1390	Sickerwassertümpel	Sand, Schlamm, Detritus	—	9,1	10,2	8,6	1,6
P 20	Zierhutsee	H	1900	Sickerwassertümpel	Kies, Sand, Detritus	—	9,1	9,7	9,1	0,6
P I	Löwe	H	255	Grabung	Geröll, Schotter, Kies, Sand, Detritus	+	9,8	10,1	8,6	1,5
P II	Prinz	H	545	Grabung	Kies, Sand, Detritus	+	9,8	10,1	8,6	1,5
P III	Laurin	H	810	Grabung	Schotter, Kies, Sand, Detritus	—	9,8	10,1	8,6	1,5
S 1	Lurbach-Gasthaus	E	außerhalb	Bach	Schotter, Kies, Sand, Schlamm, Detritus	—	9,8	13,1	0,4	12,7
S 2	Lurbach-Eingang	E	0	Bach	Geröll, Schotter, Kies, Schlamm, Detritus	—	9,8	13,1	0,4	12,7
S 3	Vorhallen-Schwinde	ER	100	Bach	Geröll, Schotter, Kies, Detritus	+	9,8	13,0	0,5	12,5
S 4	Fölzmannhalle	H	120	Wandgerinne	Fels	+	9,7	10,1	7,9	2,2
S 5	Lurbach-Schwinde	H	220	Bach	Schotter, Kies, Sand, Detritus	+	9,7	12,7	0,5	12,2

P1 = Probenentnahmestellen im Peggauer Bereich der Lurgrotte PI = Grabungsstellen im Peggauer Bereich der Lurgrotte
S1 = Probenentnahmestellen im Semriacher Bereich der Lurgrotte * hochwassergefährdet
E = Eingang ER = Eingangsregion H = aphotische Höhle ** jeweils vom Höhleneingang in Metern
+ = künstlich beleuchtet — = unbeleuchtet 8a = Jahresmittel 8b = Maximum 8c = Minimum 8d = Amplitude

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die „Lurgrotte", darunter versteht man das begehbare Höhlensystem, wird nur bei extremen Hochwässern in der gesamten Länge durchflossen.

Die letzten 1200 m der Lurgrotte (von Peggau aus gemessen) werden vom Schmelzbach, der am Fuße des Blocksberges aus dem Schmelzbachursprung gedrückt wird, permanent mit Wasser versorgt.

Im Hochwasserlauf der Lurgrotte befinden sich außer dem Siphonbach, der, nicht immer, bei Mittelwasserverhältnissen Lurbachwasser führt (Maurin und Zötl, 1959), noch Quellen mit verhältnismäßig konstanter Schüttung: die Laurinsquelle, der Böcklinsbrunnen und das Blocksberg-Bründel. Diese Quellen stellen Austritte von Sickerwässern dar, die sich in den verzweigten Kluftsystemen des Tannebenstockes sammeln.

Während meiner Untersuchungszeit (1969—1970) gab es immer wieder Hochwasserkatastrophen, die weite Höhlenabschnitte vollkommen veränderten. Es kam zu Anstauungen, in deren Verlauf die vor dem Semriacher Eingang sich befindende Waldschlucht auf mehreren 100 m Länge unter Wasser stand und in der Höhle Steighöhen bis zu 120 m registriert wurden.

Als Beispiel seien Pegelmessungen aus dem Jahre 1966 (diese Werte waren mir zugänglich) angeführt*:

Tabelle 1 (Pegelmessungen aus dem Jahre 1966)

Pegel Semriach:	Lurbach		
	Hauptzahlen der Wasserstände in cm:		
	Niederwasser	3,5	(13. 6. 1966)
	Mittelwasser	9,5	
	Hochwasser	45,0	(22. 8. 1966)
Pegel Peggau:	Schmelzbach		
	Hauptzahlen der Wasserstände in cm:		
	Niederwasser	4,5	(21. 3. 1966)
	Mittelwasser	7,4	
	Hochwasser	40,8	(22. 8. 1966)
Pegel Peggau:	Hammerbach		
	Hauptzahlen der Wasserstände in cm:		
	Niederwasser	8,2	(14. 6. 1966)
	Mittelwasser	12,6	
	Hochwasser	28,0	(23. 8. 1966)

*) Herrn Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Kreps, Leiter der Hydrographischen Landesabteilung für Steiermark, sei an dieser Stelle für die Überlassung der Daten herzlichst gedankt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wie aus Tab. 1 zu entnehmen ist, zeigte sich das Hochwasser des Lurbaches vom 22. 8. 1966 erst am nächsten Tag (23. 8. 1966) an der Hammerbachquelle, während sich das restliche, von der Lurbachschwinde nicht mehr aufgenommene Wasser über den Kaskadenbach und durch die Siphone in den Schmelzbach ergoß. An der Hammerbachquelle erschien das Wasser, bedingt durch die unterirdischen Auffangbecken und Stauräume, nicht sprunghaft. Die Hochwassermarke blieb jedoch einige Tage hindurch fast konstant.

Die Niederwasserstände betrachtend, erkennt man den Zusammenhang zwischen Lurbach-Hammerbachsystem, während der Schmelzbach unter diesen Bedingungen seine Eigenständigkeit beweist.

IV. Chemismus

Vereinzelt aus den verschiedenen Höhlengewässern entnommene Stichproben gelangten im Institut für Mikrobiologie und Abwassertechnologie der Technischen Hochschule zu Graz zur Auswertung. Für die Arbeitsmöglichkeit möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dr. K. STUNDL, Vorstand dieses Institutes, meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Gezogen wurden Proben bei Normalwasser und untersucht auf:

1. Temperatur — mit einem $^1/_{10}{}^0$C-Thermometer, an Ort und Stelle;
2. p_H-Wert — Elektrometrische p_H-Bestimmung;
3. Leitfähigkeit — Elektrolytische Leitfähigkeitsbestimmung mit der Apparatur nach PLEISSNER;
4. Alkalität — Methylorange-Alkalität;
5. Karbonathärte — nach dem Deutschen Einheitsverfahren zur Wasseranalyse;
6. gebundene CO_2 in mg/l CO_2 — Alkalität $\times 22$ (berechnet);
7. CO_3/l — Alkalität $\times 30$ (berechnet);
8. Bikarbonatkohlensäure in mg/l CO_2 — Alkalität $\times 44$ (berechnet);
9. HCO_3^- in mg HCO_3^-/l — Alkalität $\times 61$ (berechnet);
10. p-Wert — Phenolphthaleinlösung (0,0375%ig, alkoholisch, neutralisiert);
11. Gesamthärte — Bestimmung mit Titriplex;
12. Nichtkarbonathärte — nach dem Deutschen Einheitsverfahren zur Wasseranalyse;

13. $KMnO_4$-Verbrauch — Bestimmung der Permanganatzahl nach KUBEL;
14. CaO — Titrimetrische Bestimmung mit Komplexon;
15. MgO — Titrimetrische Bestimmung mit Komplexon;
16. Fe^{++}, — 0,4%ige L,L'-Dipyridyllösung in schwefelsaurem Medium;
17. Mn^{++} — Kolorimetrische Manganbestimmung;
18. NH_4^+ — Kolorimetrische Ammoniumbestimmung mit NESSLERS Reagens;
19. NO_3^- — Bestimmung nach der HELLIGE-Methode;
20. NO_2^- — Kolorimetrische Nitrit-Bestimmung nach ZAMBELLI;
21. Cl_2^- — Titrimetrische Bestimmung nach MOHR-WINKLER;
22. SO_4^{--} — Sulfatbestimmung nach OHLE;
23. PO_4^{---} — Kolorimetrische Phosphat-Bestimmung nach AKTINS, DENIGES, modfiziert nach OHLE;
24. O_2 — Messungen mit der GRASSHOFF-Sonde, an Ort und Stelle.

Die einzelnen Ergebnisse zeigten eine grundsätzliche Übereinstimmung mit den Befunden, die von Herrn Prof. STUNDL im Zuge des Salzungsversuches (MAURIN und ZÖTL, 1959, p. 40) festgestellt werden konnten. Aus diesem Grunde werden die Ergebnisse hier nicht listenmäßig aufgeführt, sondern auf obige Arbeit verwiesen.

Erwartungsgemäß bewegte sich der p_H-Wert zwischen 7,5 bis 8,5. Den niedrigsten p_H-Wert zeigte P 17 (siehe Tab. 2 und Karte 2) mit 7,5, was dadurch erklärbar ist, daß das Wasser längere Zeit über Phyllit fließt, der ja das Liegende des Schöckelkalkes bildet. Der relativ hohe p_H-Wert von P 7 (p_H 9,1) ist wahrscheinlich auf die direkte Verbindung mit der Oberfläche zurückzuführen (organische Verwesungsprodukte bedingen eine bessere Löslichkeit des Gesteins; CO_2!). Auffällig ist auch der hohe Sulfatgehalt von P 7 mit 45 mg/l und besonders von P 4 mit 102,72 mg/l! Diese beiden Wässer stehen mit aller Wahrscheinlichkeit in engster Verbindung mit der über der Regenhalle befindlichen pyritführenden Zone (ehemals Pyritabbau!).

Die Annahme, daß die Höhlenwässer gesättigte Lösungen von Calciumverbindungen darstellen, konnte durch Leitfähigkeitsmessungen ($\varkappa$ 10^{-6} S/18°C, 244—466) in keiner Weise bestätigt werden. Auch Karbonathärte und Gesamthärte zeigen keineswegs den Charakter ausgesprochen harter Wässer (Karbonathärte: 7,5—13,2 d. Hgr.; Gesamthärte: 9,9—18,8 d. Hgr.). Besonders tief sind diese Werte bei den Sinterbecken und Wandgerinnen im Inneren der Höhle, was wieder für eine Beeinflussung dieser

Wässer durch Lurbachwasser (der Lurbach kommt aus dem Phyllit, Karte 1) oder durch Grundwässer, die über die Phyllitunterlage ziehen, spricht.

P 16 zeichnet sich durch besonders tiefe Werte von Alkalität (2,88), CaO (76,7), MgO (8,9), Gesamthärte (9,9 d. Hgr.) und Karbonathärte (8,1 d. Hgr.) aus, was auf die Speisung durch einen tiefliegenden Wasserkörper und auf intensive Sinterbildung hinweist.

Der bei P 4 gemessene höchste Wert von Nichtkarbonathärte (6,7 d. Hgr.) hängt mit dem hohen Sulfatgehalt zusammen.

Auch die hohen Chloridwerte von P 4 (8,8 mg/l) und P 3 (9,6 mg/l) sind auf die enge Verbindung mit der Oberfläche zurückzuführen.

Mit Abstand den höchsten Phosphatwert wies P 19 (0,597 mg/l) auf, was durch die Verschmutzung aus dem Klosett erklärlich ist.

Der $KMnO_4$-Verbrauch stieg bei P 4 am höchsten, nämlich auf 8,18, an.

Von NO_3^-, NO_2^-, Fe^{++}, Mn^{++}, NH_4^+ sowie vom p-Wert waren, bis auf NH_4^+ bei P 19, nur Spuren vorhanden oder es zeigten sich überhaupt keine Reaktionen.

Der O_2-Gehalt der Wässer bewegte sich zwischen 10,37 bis 14,12 mg/l O_2. Danach sind die Wasserkörper der Lurgrotte dem Normaltyp ($>$6 mg/l O_2) von FAST und SAUER, 1958, zuzurechnen.

V. Temperatur

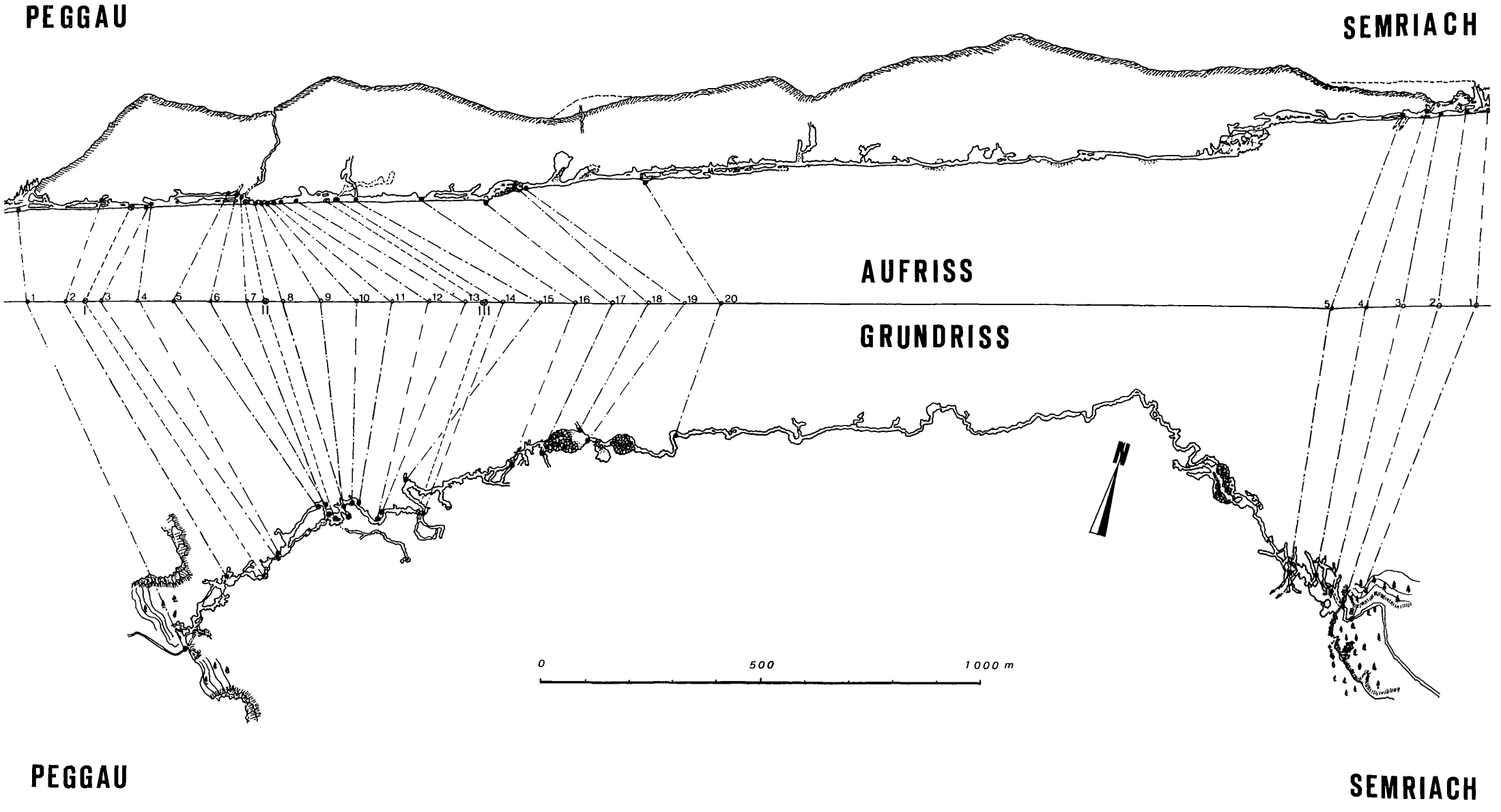
Eines der charakteristischsten Merkmale aller Subterrangewässer ist die Temperaturkonstanz bzw. die geringe Amplitude. Darauf wiesen schon andere Autoren hin (z. B. THIENEMANN, 1925; ILLIES, 1952; DITTMAR, 1955; ORGHIDAN, 1955, 1959; SCHMITZ, 1957; SCHWOERBEL, 1961, 1964; u. a.).

In der Höhle lassen sich auf Grund der Temperaturverhältnisse vier zum Teil vollkommen voneinander unabhängige Wasserkörper unterscheiden:

1. Der Bereich des Schmelzbaches mit seinen im Bachbett liegenden Tümpeln,
2. der Bereich des zwischen Schmelzbach und Grundwasser vermittelnden interstitiellen Wassers,
3. der Bereich der durch Grundwasser gespeisten Quellen, Sinterbecken und Wandgerinne sowie
4. der Bereich der durch ihre geringere Überdeckung und teilweise

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

LURGROTTE



nach BOCK u. DOLISCHKA, veraendert

Probenentnahmestellen in der Lurgrotte

O mit Arabischen Ziffern = Probenentnahmestellen im freien Wasser

⊕ mit Lateinischen Ziffern = Grabungsstellen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mit der Oberfläche in Verbindung stehenden Sinter- und Wandgerinne.

Ein Vergleich der in Tab. 2 angeführten Wassertemperaturmessungen macht dies deutlich. (Gemessen wurde unregelmäßig, mindestens aber in vierzehntägigen Abständen.)

So betragen die Temperaturamplituden im Bachbereich (P 3, P 10, P 12, P 13, P 17, P 19) 1,6—1,7°C. Das Interstitial (P I, P II, P III) weist auf Grund seiner Vermittlerrolle und des dadurch zustandekommenden Mischcharakters Schwankungsweiten von 1,5°C auf, während die durch tiefliegendes Grundwasser gespeisten Quellen, Sinterbecken und Wandgerinne (P 5, P 6, P 9, P 14, P 15, P 16, P 18, P 20) nur Amplituden zwischen 0,4—0,8°C zeigen. Bei der vierten Gruppe der Gewässer bewegen sich die registrierten Temperaturwerte zwischen 1,1—2,2°C (P 2, P 4, P 7, P 8, S 4).

Das Jahresmittel der vom Schmelzbach beeinflußten Höhlenabschnitte liegt im Durchschnitt um 0,5°C höher als das der Sickerwasserbereiche.

Die Amplituden der außerhalb der Höhle liegenden Probestellen sind naturgemäß groß (S 1, S 2), während sich aber schon auf den ersten 200 m des Höhlenlaufes des Lurbaches eine Milderung der Schwankungsweiten erkennen läßt (S 3, S 5) (siehe Tab. 2).

Am Schmelzbachausgang (P1) macht sich wieder die epigäische Beeinflussung bemerkbar.

Erwartungsgemäß ergaben die im Sommer und Winter an den Quellen (P 14, P 15, P 18) durchgeführten 24-Stunden-Messungen keine Rhythmik, was wieder ein Zeichen dafür ist, daß die Quellen durch tiefliegende und mächtige Wasserkörper gespeist werden. Das gleiche Ergebnis wurde im Schmelzbach (P 17) erzielt, was aber darauf zurückzuführen ist, daß das Lurbachwasser (siehe Kap. 3) sehr lange durch den Berg fließt. Kurzzeitige Temperaturschwankungen bei den Probestellen P 2, P 4, P 7 und S 4 waren immer mit einer vermehrten Schüttung verbunden und machten sich erst 2—3 Tage nach größeren Regenfällen im Einzugsgebiet des Tannebenstockes bemerkbar. Diese Schwankungen lassen die Verbindung mit der Oberfläche einerseits, mit großen Wasserreservoiren über der Lurgrotte andererseits, deutlich erkennen. Ähnliche Erscheinungen traten während der Aussalzungsversuche von MAURIN und ZÖTL, 1959, auf.

Wenden wir uns nun den Faktoren zu, die den Temperaturverlauf der Höhlenwässer beeinflussen könnten:

1. Die Höhenlage dürfte keinen Einfluß haben, da trotz eines Höhenunterschiedes von etwa 250 m sämtliche Wässer im Tann-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ebenstock fließen, was schwankungsmildernd und ausgleichend wirkt.

2. Der Einfluß des Gesteins kann, da alle Wasseraustritte im Kalk liegen, unberücksichtigt bleiben.

3. Die Einzugsbereiche der einzelnen Wässer sind verschieden. Wie schon erwähnt, zeigen die mehr gegen die Ausgänge der Höhle hin liegenden Probestellen eine deutliche Beeinflussung durch ihre Verbindung mit der Oberfläche, während die weiter im Inneren der Höhle austretenden Wässer aus einem mächtigen Grundwasserkörper zu kommen scheinen.

4. Die im Vergleich zu den anderen Wasseraustritten konstant tiefe Temperatur des Blocksberg-Bründels (P 18) ist eventuell so zu interpretieren, daß die Wassermassen während ihres Laufes in den unterirdischen Spalten und Klüften dynamischen Strecken ausgesetzt sind und durch deren Bewetterung abgekühlt werden. Die Klüftung, die in Richtung der nahe gelegenen Badl-Höhle weist, läßt diesen Schluß zu.

5. Der Einfluß der in der Höhle montierten Lampen und Scheinwerfer (siehe Tab. 2) ist unmeßbar, während die oberirdisch gelegenen Probenentnahmestellen voll den epigäischen Einflüssen ausgesetzt sind.

VI. Licht

Neben der Temperaturkonstanz ist für Subterranbiotope noch die Lichtlosigkeit kennzeichnend. Durch den Lichtfaktor werden nicht nur die Entwicklung (Plescot, 1961, u. a.), Aktivität und Drift (Scherer, 1962; Müller, 1963, 1963a, 1966; Anderson, 1966; Holt und Waters, 1967; Kurek, 1967; Lehmann, 1967; Schwarz, 1967; Elliott, 1968; u. a.) sowie indirekt über die Primärproduktion auch das Wachstum von Tieren (Albrecht, 1968; u. a.) beeinflußt, sondern auch unter anderem das Hyporheal charakterisiert (Schwoerbel, 1961a, 1964; Tilzer, 1968; u. a.).

Verhältnismäßig spät wurde erst der Versuch unternommen, die Höhle i. a. mit Hilfe des Lichtfaktors ökologisch zu gliedern (nähere Lit. bei Dudich, 1932).

So unterschied Dudich, 1932, mindestens zwei „Lebensstätten“: den Eingang und die Höhle s. str. Strouhal, 1940, unterteilte „die Höhle“ auf Grund des verschiedenen Beleuchtungscharakters in drei Regionen: „Eingang“ (euphotisch), „Eingangsregion“ (dysphotisch) und „eigentliche Höhle“ (aphotisch). Diese, für die Landfauna so günstige und gültige Einteilung besitzt für die Wasserfauna der Lurgrotte (es handelt sich ja hier um eine aktive Durchflußhöhle) nur beschränkte Anwendbarkeit, da durch

die andauernde Verfrachtung des Tiermaterials sowohl epigäische als auch hypogäische Faunenelemente fast überall zu finden sind (siehe Tab. 3).

Ganz allgemein wirkt die Abnahme des Lichtes, wie DUDICH (1932, p. 194) ausführt, in zweifacher Hinsicht, „. unmittelbar und mittelbar eliminierend. Zuerst werden die Tiere nach ihren Lichtbedürfnissen selektiert . . ., dann kommt noch die ernährungsbiologische Folge dazu". „Die Lichtverhältnisse einer Höhlenöffnung werden im allgemeinen durch die geographische Breite, Jahreszeit, Tageszeit und die Himmelsbedeckung bestimmt, im speziellen sind dagegen die Lage, Exposition und Größe der Tagesöffnung, Vegetationszustand der Umgebung, Konfiguration, Neigung, Verlauf der ersten Höhlenräume und die Beschaffenheit der Höhlenwände dafür maßgebend." (DUDICH, 1932, p. 93—94.)

Da sich einerseits der Lichtfaktor auf die Verteilung der Fauna nur unwesentlich auswirkte, andererseits aber auch die einzelnen Meßwerte bei jeder Begehung ein anderes Bild boten, sei hier von einer tabellarischen Aufzeichnung der gemessenen Daten abgesehen. Ergänzend erwähnt sei nur noch, daß sich die räumliche Erstreckung des dysphotischen Raumes je nach Sonnenstand und der oben nach DUDICH zitierten Faktoren ändert. Den dysphotischen Abschnitt einer Höhle kann man also nicht in Metern festlegen, sondern jeweils nur mitteln. Die besten Indikatoren dafür sind im allgemeinen die Tiere selbst!

Da die Lurgrotte eine Schauhöhle ist und je nach Bedarf Lampen und Scheinwerfer auf- und abgebaut werden, wodurch die Probestellen immer anderen Lichtintensitäten ausgesetzt sind, soll in diesem Rahmen auch auf die Aufzeichnung der an den Probenentnahmestellen gemessenen Werte verzichtet werden.

Hingewiesen sei nur noch auf das Keimen von Moosen, Farnen, Pilzen sowie Gräsern, Ahorn- und Kastanienkeimlingen an Tropfsteinen, Holzstücken und Sandbänken.

Die einzigen Meßstationen, die der Insolation voll ausgesetzt sind, werden durch P 1, S 1 und S 2 repräsentiert (siehe Tab. 2 und Karte 2).

VII. Faunistik, Klassifizierung und spezielle Besonderheiten der Höhlenbewohner

Im Rahmen meiner Untersuchungen wurden Vertreter folgender Tiergruppen gefunden: Protozoa, Hydrozoa, Turbellaria, Rotatoria, Nematoda, Gastropoda, Lamellibranchia, Clitellata, Acarina, Crustacea, Insecta und Pisces; nicht oder nur zum Teil ausgewertet wurden davon: Protozoa, Rotatoria, Nematoda, Acarina, Odonata, Coleoptera, Hymenoptera und Diptera.

Da außer der hier behandelten Wasserfauna auch die Fauna des Landes gesammelt wurde, war es nicht möglich, sämtliche Tiergruppen selbst zu bearbeiten. Für die Determination bzw. Übernahme der Kontrolle der bereits bestimmten Arten möchte ich folgenden Spezialisten herzlich danken: Univ.-Prof. Dr. E. REISINGER, Graz — Turbellaria; Univ.-Prof. Dr. A. ZICSI, Budapest — Oligochaeta; wirkl. Amtsrat i. R. Dr. h. c. W. KLEMM, Wien — Gastropoda; Univ.-Prof. Dr. H. LÖFFLER, Wien, Lunz — Ostracoda; Dr. U. EINSLE, Konstanz — Copepoda; Dr. M. STRAŠKRABA, Prag — Amphipoda; Univ.-Doz. Dr. J. SCHWOERBEL, Falkau — Acarina; Maj. i. R. Prof. E. HÖLZEL, Klagenfurt — Coleoptera; Dr. N. KOFLER, Lienz — Coleoptera.

In der folgenden Darstellung werden nur Arten behandelt, die eine engere Beziehung zum Höhlen- bzw. Subterranleben erkennen lassen oder habituelle Besonderheiten irgendwelcher Art aufweisen. Jeweils am Schluß der Besprechung der einzelnen Arten wird versucht, eine Klassifizierung der Tiere nach dem STROUHALschen System durchzuführen. Zur ergänzenden Darstellung der Beziehungen der Tiere zur Höhle oder zum Grundwasser werden noch die geläufigeren, aber nicht immer zutreffenden Termini von RACOVITZA (1907) und THIENEMANN (1925) herangezogen.

Die Begriffe THIENEMANNS „stygobiont", „stygophil" und „stygoxen" beziehen sich nur auf das Verhältnis der Tiere zum Grundwasser, während sich die Begriffe „troglobiont", „troglophil" und „trogloxen" (RACOVITZA, 1907) sowie „antrobiont", „antrophil" und „antroxen" als auch die Termini „chasmatobiont", „chasmatophil" und „chasmatoxen" (STROUHAL, 1940) auf das Verhältnis der Tiere zur gesamten Höhle erstrecken. Daß sich die einzelnen Fachausdrücke dabei oft überschneiden oder die Beziehung der Tiere zur Höhle nur ungenau darstellen, ist bekannt. Auf dieses Problem wird in einer eigenen Arbeit genauer eingegangen.

Da RACOVITZA nur den Eingang und die aphotische Höhle, STROUHAL aber einen Eingang, eine Eingangsregion und eine

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

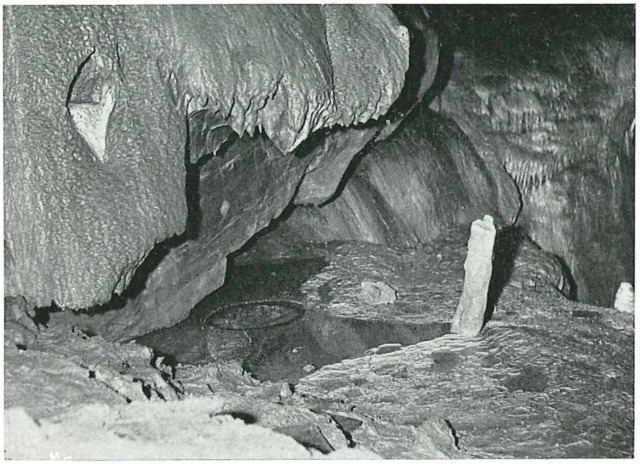


Abb. 5: P 2, Sinterbecken in den Marmorhallen.

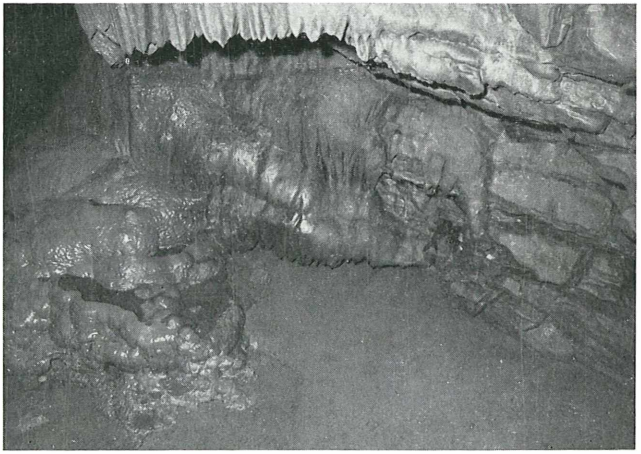


Abb. 6: P 11, „Steinener Wasserfall", extrem hochwassergefährdete Sinterbecken und Dämmchen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

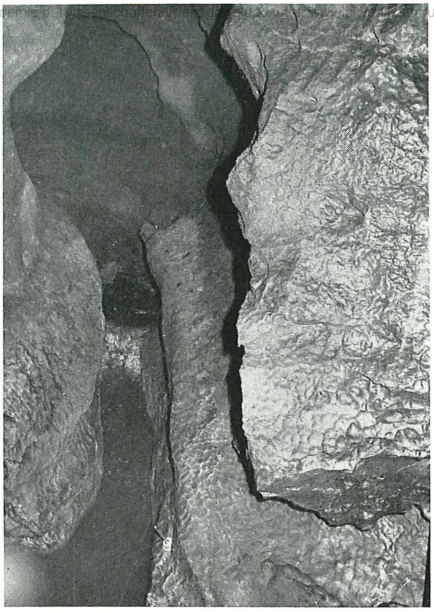


Abb. 7: P 14, „Laurinsquelle", z. T. durch Mischkorrosion entstanden.

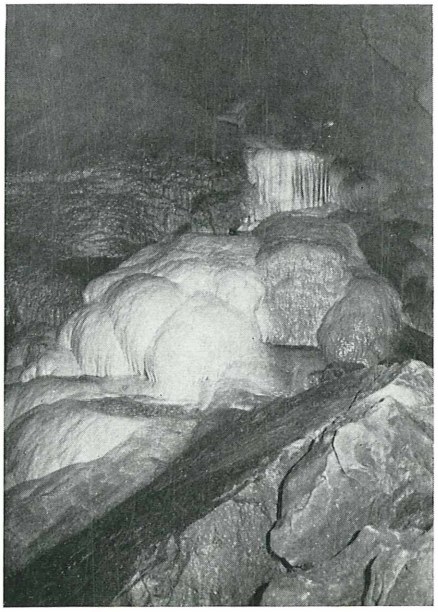


Abb. 8: P 15, „Böcklinsbrunnen" mit terrassenförmig übereinanderliegenden Becken.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

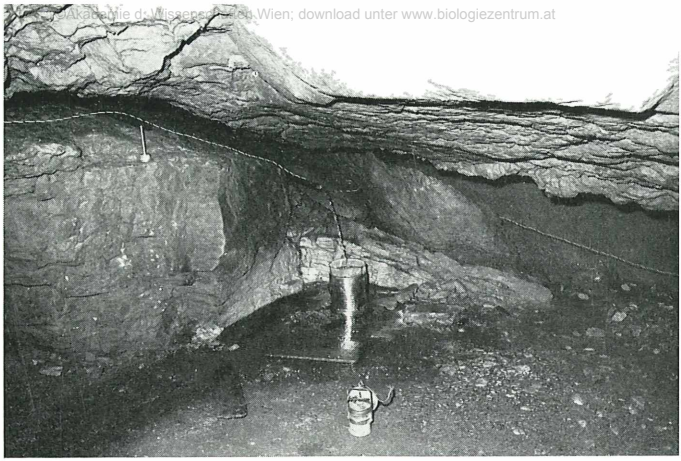


Abb. 9: P 18, „Blockbergbründel" mit Tropfkescher.

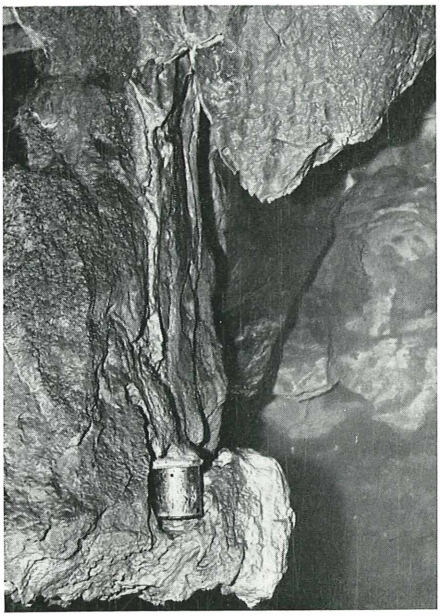


Abb. 10: Sporadisch aktives Wandgerinne mit kleiner Dauerfalle.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

eigentliche Höhle unterscheidet, sollen die sich etwa entsprechenden Begriffe gegenübergestellt werden:

Racovitza	Strouhal
Troglobionten	Antrobionten, Chasmatobionten
Troglophilen	Antrophilen, Chasmatophilen
Trogloxenen	Antroxenen, Chasmatoxenen

Der Vorteil des Strouhalschen Systems ist auch darin zu sehen, daß die xenozönen Tiere besser erfaßt werden können. So ist zum Beispiel ein antroxenes Tier ein Tier, das mit der Höhle überhaupt nichts zu tun hat, oder auch ein Antrobiont, der zum Beispiel während der Nacht in den Eingangsbereich herausgewandert ist, eigentlich aber ein ausgesprochenes Höhlentier darstellt.

In Tab. 3 sind auch die Tiere enthalten, die in der folgenden Besprechung nicht erwähnt oder nur kurz gestreift werden.

Tabelle 3. Verteilung der Arten am Eingang, in der Eingangsregion und in der eigentlichen Höhle

	Eingang		Eingangsregion		Eigentliche (=aphotische) Höhle		
	euphotisch		dysphotisch		aphotisch		
	P	S	P	S	P		S
			L	L	L	oL	L
1. *Crenobia alpina*	+	+	+	+	+	+	+
2. Lumbricidae gen. spec. juv.	+	+	+	+	+	+	+
3. Enchytraeidae gen. spec.	+	+	+	+	+	+	+
4. *Rivulogammarus fossarum*	+	+	+	+	+	+	+
5. Hydropsyche spec.	+	+	+	+	+	+	+
6. Diptera-Larven gen. spec.	+	+	+	+	+	+	+
7. *Dugesia gonocephala*	+	+	+			+	+
8. *Paracyclops fimbriatus*	+	+		+	+	+	+
9. Baetis spec.	+	+		+	+	+	+
10. Nemoura spec.	+	+		+	+	+	+
11. *Leuctra major* .	+	+		+	+	+	+
12. *Helmis maugei* ...	+	+		+	+	+	+
13. *Rhyacophila dorsalis*	+	+		+	+	+	+
14. Calonyx spec.	+	+		+	+	+	+
15. Pisidium spec.	+	+		+	+	+	+
16. *Polycelis cornuta*	+	+		+	+		+
17. *Hydraena gracilis*	+	+		+		+	+
18. *Lathelmis perrisi*	+	+		+		+	+
19. *Ancylus fluviatilis*	+	+		+		+	
20. *Perla marginata*	+	+		+		+	
21. *Eucyclops serrulatus*	+	+			+	+	+
22. *Tubifex tubifex*	+	+			+	+	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Eingang		Eingangsregion		Eigentliche (= aphotische) Höhle		
	euphotisch		dysphotisch		aphotisch		
	P	S	P	S	P		S
			L	L	L	oL	L
23. *Galba truncatula*	+	+			+		
24. *Valvata piscinalis*	+	+			+		
25. *Diacyclops bisetosus*	+	+			+		
26. *Trutta trutta fario*	+	+			+		
27. *Niphargus tatrensis*	+				+	+	+
28. *Heptagenia fuscogrisea*	+				+	+	
29. Rhithrogena spec.	+					+	
30. *Plectrocnemia conspersa*	+					+	
31. *Esolus angustatus*	+						
32. *Potamobius pallipes*		+		+			+
33. *Haplotaxis gordioides*		+			+	+	
34. *Ephemera vulgata*		+			+	+	
35. *Nais elinguis*					+		
36. *Pristina uniseta*					+		
37. *Eiseniella tetraedra* f. typica					+		
38. *Glyphotaelius pellucidus*					+		
39. *Anabolia nervosa*					+		
40. *Chlorohydra viridissima*					+	+	
41. *Stenostomum unicolor*					+	+	
42. *Microdalyellia armigera*					+	+	
43. *Ascophora paradoxa*					+	+	
44. *Prorhynchus stagnalis*					+	+	
45. *Bothrioplana semperi*					+	+	
46. *Fonticola paravitta*					+	+	
47. *Atrioplanaria racovitzai*					+	+	
48. *Aeolosoma hemprichi*					+	+	
49. *Cypridopsis subterranea*					+	+	
50. *Bryocamptus zschokkei*					+	+	
51. *Bryocamptus echinatus*.....					+	+	
52. *Megacyclops viridis*					+	+	
53. *Paraleptophlebia submarginata*					+	+	
54. *Bythinella austriaca*					+		+
55. *Neodendrocoelum nausiikaae*						+	
56. Eisenia spec. juv.						+	
57. Valvata spec.						+	
58. *Echinocamptus pilosus*						+	
59. *Paraleptophlebia cincta*						+	
60. *Habrophlebia lauta*						+	
61. *Chloroperla tripunctata*						+	
62. *Potamophylax stellatus*						+	
63. *Halesus digitatus*						+	
64. *Branchiobdella parasita*							+

L = künstlich beleuchtet oL = unbeleuchtet
P = Peggauer Höhlenabschnitt S = Semriacher Höhlenabschnitt

Die auffallende Artenarmut der beiden Eingangsregionen der Lurgrotte ist dadurch zu erklären, daß im Semriacher Teil (=Lurbach-Eingang) zwecks Verhütung größerer Vermurungen das Bachbett immer wieder ausgeräumt wurde, während die Eingangsregion auf der Peggauer Seite (=Schmelzbach-Ausfluß) vom Mayer-Stollen, einem künstlich gesprengten Wasserabfluß unterhalb des Höhlenportals, eingenommen wird.

Coelenterata

Chlorohydra viridissima (Pallas)

Fundorte: P 12, P I.

Schon öfter konnten Hydroiden in Höhlen (Spandl, 1926) oder im Grundwasser (Husmann, 1956; Meštrov, 1960; Wegelin, 1966) nachgewiesen werden. Chappuis (1944) fand in einer Brunnstube bei Basel und bei Grabungen an der Szamos als auch 1946 in den transsylvanischen Alpen *C. viridissima* als normalen Grundwasserbewohner. Da diese Art ruhige Gewässer bevorzugt, ist anzunehmen, daß sich die in der Lurgrotte gefundenen ausgebleicht und durchsichtig erscheinenden Tiere in das Strömungsrefugium des Interstitials zurückgezogen haben. Wenn stygophil, dann für die Lurgrotte antrophil.

Turbellaria

Stenostomum unicolor O. Schmidt

Fundorte: P 12, P I, P III.

Stenostomum unicolor ist ein eurythermer Ubiquist, bevorzugt reines Wasser (Vejdovský, 1882 — Brunnen von Prag; Zschokke, 1911 — allgemein in Pfützen, Seen, Brunnen; Chappuis, 1924 — Brunnen von Basel; Spandl, 1926 — Brunnen von Klosterneuburg), verträgt aber auch einen größeren Grad an Verschmutzung (Wegelin, 1966). Die Art lebt oberirdisch, hauptsächlich in ephemeren Tümpeln, ist aber auch, wie in der Lurgrotte, mit einem großen Teil ihrer Individuen im Interstitial lebensfähig. Charakteristisch dafür ist der Pigmentverlust und die Reduktion der Augen. Für die Lurgrotte als stygophil-antrophil zu werten.

Microdalyellia armigera (O. Schmidt)

Fundorte: P 20, P I, P II.

Dieser eurytherme, nach Rixen (1961) sehr euryöke Ubiquist lebt vorzugsweise an der Oberfläche schlammigen Benthals, gräbt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

hier nie, wurde aber in der Lurgrotte hauptsächlich aus dem strömungsarmen Porenraum erbeutet und daher als antrophiler Bewohner des Interstitials gewertet.

Ascophora paradoxa FINDENEGG

Fundorte: P 19, P I, P II.

Die Art ist mehr oder weniger ein Grundwassertier und bevorzugt in der Höhle, neben dem Interstitial, schlammige Tümpel, ist also ein Mitglied des Troglostygons. An der Oberfläche ist das Tier an die niederen Temperaturen von Helokrenen gebunden. Bei Versiegen des Wassers zieht es sich in das Grundwasser durch das Krenal zurück. Für die Lurgrotte als antrophil-antrobiont zu werten.

Prorhynchus stagnalis M. SCHULTZE

Fundorte: P 3, P I, P II, P III.

Dieser eurytherme Ubiquist besitzt nach REISINGER (1938) den weitesten Lebensraum unter den Turbellarien, da er nicht nur im Süßwasser, Brackwasser, vielleicht auch an feuchten Orten des Landes sowie auf Bäumen (mündl. Mitt. von Prof. REISINGER) gefunden wird. Nach ZSCHOKKE (1911) steigt das Tier in den Südalpenseen bis 140 m Tiefe hinab und bewohnt auch den hyporheischen Raum (WEGELIN, 1966; AN DER LAN, 1967). Die Höhlenfunde lassen darauf schließen, daß es sich hier um Interstitialbewohner handelt, da die Tiere einen sehr transparenten Eindruck machten.

Bothrioplana semperi M. BRAUN

Fundorte: P 12, P 17, P 19, P I, P II, P III.

Dieses kalt-stenotherme Grundwassertier besitzt eine große ökologische Valenz, da es sowohl aus oberirdischen (THIENEMANN, 1921; ZACHARIAS, 1886) als auch unterirdischen Biotopen (CHAPPUIS, 1924; NOLL und STAMMER, 1953; WEGELIN, 1966; AN DER LAN, 1967) bekannt ist. BEYER (1932) berichtet, daß nach SEKERA (1888) weder die Eier noch die in Schleimhüllen encystierten Tiere eine völlige Austrocknung überleben, so daß die Verschleppung an isoliert liegende Fundorte und auch oberirdisch aktive Wanderung unwahrscheinlich ist und daher eine Ausbreitung nur innerhalb unterirdisch zusammenhängender Gewässer möglich erscheint.

Da diese Art bei den Untersuchungen ausschließlich in der aphotischen Höhle in Schlammtümpeln und hauptsächlich durch Grabungen erbeutet wurde, liegt die Vermutung nahe, daß es sich

zumindest im Gebiet des Tannebenstockes um einen Stygophilen-Stygobionten, auf die Höhle bezogen um einen Antrophilen-Antrobionten, handelt. Funde in den Quellbiotopen wurden hauptsächlich nach erhöhter Wasserführung registriert. Da sich diese Quellaustritte aber in Klüften und Spalten verlieren, muß man in diesem Turbellar einen Bewohner des Petrostygons (HUSMANN, 1966) vermuten, dessen ökologischer Schwerpunkt im grundwassergefüllten Höhlenschotter liegen muß.

Dugesia gonocephala DUGÈS

Fundorte: P 1, P 19; S 1, S 5.

D. gonocephala ist bei uns eine eurytherme Bachtriklade, die, wie u. a. REISINGER (1938) erwähnt, mehr im Meta- bis Hyporhithron (ILLIES, 1961) zu suchen ist. Dank ihrer Widerstandsfähigkeit kann sie sich in Höhlen (besonders in Afrika und Madagaskar — VANDEL, 1965) und ähnlichen Subterranbiotopen halten. Für die Lurgrotte als antroxen-chasmatophil zu werten.

Fonticola paravitta REISINGER

Fundorte: P 12, P 17, P 20, P I, P II, P III.

Arten der Gattung Fonticola sind aus Höhlen, Quellen und Brunnen Mitteleuropas bekannt, nach BEAUCHAMP (1939) jedoch keine echten Grundwasserformen. Nach STANKÓVIC und KOMÁREK (1927) muß Fonticola ein Tertiärrelikt sein, „. . . das präglacial in das stenöke und konkurrenzarme Grundwasser einwanderte und so auch ehemals vergletscherte Gebiete wieder besiedeln konnte". Vom Grundwasser her kann das Tier natürlich sekundär durch Ausspülung in Quellen auftreten und sich dort unter günstigen Bedingungen auch halten. Nach Prof. REISINGER (mündl. Mitt.) handelt es sich bei *F. paravitta* um ein kalt-stenothermes Grundwassertier, das auch in Druckwassertümpeln in Laubwäldern anzutreffen ist. Danach und nach den Fundorten in der Höhle zu schließen, ist *F. paravitta* für die Lurgrotte als Antrobiont zu werten.

Atrioplanaria racovitzai BEAUCHAMP

Fundorte: P I, P II, P III.

Nach BEAUCHAMP (1932) handelt es sich bei dieser Art um einen echten Höhlenbewohner, und Prof. REISINGER (mündl. Mitt.) bezeichnet *A. racovitzai* als ausgesprochenes Grundwassertier, das durch Ausschwemmung auch in Quellen vorkommt. Da das Tier in der Lurgrotte nur durch Grabungen erbeutet werden konnte, ist es als echter Antrobiont zu werten.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Polycelis cornuta (JOHNSON)

Fundorte: P 1, P 3; S 1, S 2.

P. cornuta verträgt als weniger stenotherm-glaciales Element höhere Temperaturen und besitzt eine größere ökologische Valenz als die mit ihr immer wieder gemeinsam angetroffenen Bachtrikladen *Dugesia gonocephala* und *Crenobia alpina* (REISINGER, 1938, FLÖSSNER, 1958), wobei auch betont wird, daß die „schwächere" *C. alpina* oft in das Grundwasser ausweicht. Auf Grund des Vorkommens in der Lurgrotte ist *P. cornuta* als antroxen zu werten.

Crenobia alpina (DANA)

Fundorte: P 1, P 3, P 12, P 17; P II; S 1, S 2, S 5.

Bei *C. alpina* handelt es sich um einen stenothermen, subarktisch-alpinen Ubiquisten, der hartes Wasser bevorzugt (mündl. Mitt. von Prof. REISINGER). Da das Temperaturoptimum zwischen 6—8°C liegt (KÄSTNER, 1965), der Lurbach aber zufrieren oder Temperaturen von über 13°C erreichen kann, ist es nicht verwunderlich, daß diese Triklade den konstant kühleren Höhlenraum wählt. Außerdem ist bekannt (REISINGER, 1938), daß sich *C. alpina* bei Versiegen des Wasserspenders in die subterranen Wasseradern zurückziehen kann, und so zumindest für weite Gebiete zu einem Stygophilen werden kann.

Zum Unterschied von den Tieren, die WEGELIN (1966) im Grundwasser fand, waren die Tiere von normaler Größe, und nur wenige Exemplare zeigten farbliche Veränderungen, wodurch die gesamte Population für die Lurgrotte als antroxen zu werten ist.

Neodendrocoelum nausiikaae (O. SCHMIDT)

Fundorte: P 12; P III.

Der ökologische Schwerpunkt der Dendrocoeliden liegt im intergranularen Grundwasser, von wo die Tiere auch in das Spaltensystem der Gewässer einwandern und so zu Bewohnern des Petrostygals werden können. Auf dem Balkan und in den Ostalpen ist *N. nausiikaae* hauptsächlich aus Quellen bekannt (mündl. Mitt. von Prof. REISINGER). Da diese Art tiefe Temperaturen bevorzugt und immer nur in der Tiefe der Höhle gefunden werden konnte, kann sie für das Lurhöhlensystem als Antrobiont gewertet werden.

Oligochaeta

Unter allen erbeuteten Aeolosomatiden, Naididen, Enchytraeiden, Tubificiden, Branchiobdelliden, Haplotaxiden und Lumbriciden sind, soweit bisher bekannt, keine echten Höhlenbewohner

zu verzeichnen, obwohl bestimmte Arten, wie zum Beispiel *Eiseniella tetraedra* f. *typica*, in Höhlen regelmäßig vorkommen (SPANDL, 1926; DUDICH, 1932; MICHAELSEN, 1933). Dieses regelmäßige Auftreten in österreichischen Höhlen veranlaßte STROUHAL (1964) dazu, *E. tetraedra* f. *typica* zumindest für unser Gebiet als chasmato- bis antrophil zu bezeichnen.

Da die Höhle, besonders im aphotischen Teil, eine fast konstante Luftfeuchtigkeit zwischen 98—100% aufweist, sind limnische, litorale, benthale, limnisch-terrestrische und amphibische bis terrestrische Formen nebeneinander anzutreffen. Auffallend war, daß die Tiere auch am Tag frei auf der Oberfläche ihres Wohngewässergrundes oder am Gewässerrand, nie aber in Quellen oder Sinterbecken, angetroffen werden konnten. Bezeichnend für die Höhlenbewohner war weiters eine Aufhellung ihres Pigmentes, was besonders deutlich an den in der Höhle gefangenen Exemplaren von *Aeolosoma hemprichi* zu erkennen war. Einige Tiere waren fast ohne Pigment, bei anderen zeigte sich eine lichtere Ausbildung der gelblichen Farbe.

Aeolosoma hemprichi EHRENBERG

Fundorte: P I, P II, P III.

Auffallend war der Pigmentschwund der im Hyporheal des Schmelzbaches erbeuteten Tiere. TILZER (1968) fand vereinzelt Exemplare dieser Art im Interstitial des Moostalbaches, während SPANDL (1926) verwandte Arten ganz allgemein aus Brunnen und Höhlen meldet. Für die Lurgrotte ist *A. hemprichi* ganz sicher als hyporheophil, auf das Höhlenvorkommen bezogen, als zumindest antrophil zu werten.

Nais elinguis MÜLLER

Fundorte: P I, P II.

Dieses enorm anpassungsfähige, nach UDE (1929) stenotherme Kaltwassertier kommt im Flachland wie im Gebirge, in Brunnen und mittleren Tiefen des Genfer Sees (ZSCHOKKE, 1911), in Brunnen in und um Lille (SPANDL, 1926) vor und bewohnt nach MICHAELSEN (1933) natürliche Höhlen Westfalens wie auch künstliche Höhlen des Siebengebirges. Das Tier konnte von WEGELIN (1966) auch im Grundwasser nachgewiesen werden. Es ist aber für die Lurgrotte als antroxen zu werten.

Enchytraeidae gen. spec.

Fundorte: P 1, P 17, P 20; P I, P II, P III; S 1, S 5.

Vertreter dieser Familie wurden in Brunnen (SPANDL, 1926; PRIESEL-DICHTL, 1959), Höhlen (MICHAELSEN, 1933) und im

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

hyporheischen Interstitial (Tilzer, 1968) angetroffen. Da diese nicht näher bestimmten limnisch-terrestrischen Formen überall zu finden waren, sind sie für die Lurgrotte zum Teil als antrophil-antroxen zu werten, obwohl Dudich (1932) alle „Regenwürmer" als Hemitroglobionten (p. 211) bezeichnet.

Tubifex tubifex (Müller)

Fundorte: P 1, P 3, P 10; S 1.

Dieser limnische Ubiquist (Zschokke, 1911) ist aus Höhlen (Dudich, 1932; Leruth, 1939), Brunnen (Priesel-Dichtl, 1959) als auch aus dem Grundwasser (Wegelin, 1966) bekannt. Trotzdem, daß sich dieser Wurm regelmäßig in den schlammigen Höhlentümpeln der Lurgrotte aufhielt, ist er als antroxen zu werten.

Branchiobdella parasita

Fundort: S 5.

Der Parasit fand sich an den Kiemen eines toten *Potamobius torrentium* und ist als antroxen-chasmatoxen zu werten.

Haplotaxis gordioides (Hartmann)

Fundorte: P I, P III; S 1.

Dieser, in Seen bis in Tiefen von 180 m hinabsteigende Oligochaet (Zschokke, 1911) wurde in Quellen des Sauerlandes (Thienemann, 1912; Dittmar, 1955), des Alpenvorlandes (Priesel-Dichtl, 1959) und in Niedersachsen (Hrabe, 1960) gefunden, bewohnt auch das Hyporheal (Tilzer, 1968). Für die Lurgrotte als hyporheophil und antrophil zu werten.

Gastropoda

Die in der Lurgrotte gefundenen Arten *Galba truncatula* O. F. Müller, *Ancylus fluviatilis* O. F. Müller, *Valvata piscinalis* O. F. Müller und *Valvata* sp. sind allesamt Oberflächenarten, die vielleicht nur für kurze Zeit die Eingangsregionen aktiv aufsuchen, sonst aber durch Hochwässer in die Höhle eingebracht wurden.

Als die einzige, ständige Bewohnerin der Höhle kann die Hydrobiide *Bythinella austriaca* Frauenfeld angesehen werden.

Bythinella austriaca Frauenfeld

Fundorte: P — Rinnsal in der Siegeshalle, P 18, S — Geniste in der Höhle (Schalen).

B. austriaca ist im allgemeinen als Quellform bekannt und als torrenticoles Element hauptsächlich im Berg- und Hügelland

verbreitet (EHRMANN, 1937). Da sie tiefe Temperaturen bevorzugt, dringt diese gesellig lebende Art durch das Krenal bis in das Petrostygal vor und ist dann in der Höhle, hier bezeichnenderweise in Grundwasseraustritten, anzutreffen. Der kühlen Temperatur folgend, kann sie aber auch im Profundal von Voralpenseen auftreten (HADL, 1967). Für die Lurgrotte ist *B. austriaca* als antrobionter Bewohner anzusehen.

Ostracoda

Als bisher einziger Vertreter der Ostracoda wurde eine *Candona* sp. aus der Semriacher Lurgrotte (VORNATSCHER, 1955) gemeldet. Während der eigenen Untersuchungen konnte diese Gattung nicht nachgewiesen werden.

Cypridopsis subterranea J. P. WOLF

Fundorte: P 3, P 12, P 20; P I, P II, P III.

Nach LÖFFLER (i. L., 1969) handelt es sich bei den in der Höhle erbeuteten Tieren durchwegs um *C. subterranea*, einer Art, die aus der Steiermark bekannt ist und im allgemeinen Kalkgebiete bevorzugt. Diese in Westeuropa weit verbreitete und nach KLIE (1938) eucavale stenotherme Kaltwasserform lebt in Spaltengewässern und dringt von hier aus auch in Quellen (WOLF, 1919; KLIE, 1925, 1938; LERUTH, 1939), Brunnen (WOLF, 1919) und ufernahes Grundwasser (LÖFFLER, 1961) vor. Die Vermehrung ist rein parthenogenetisch und in der Höhle von der Jahreszeit unabhängig.

Obwohl *C. subterranea* mehrmals aus überschwemmten Tümpeln des Bachbettes erbeutet werden konnte, liegt doch der ökologische Schwerpunkt in den Spaltenwässern, wo die Art oft mit *Bythinella austriaca* gemeinsam auftritt. Entlang der Gerinne und über die von ihnen versorgten Sinterbecken und -terrassen sowie durch anstehende Spalten gelangt dann das Tier in das Hyporheal, wo es regelmäßig erbeutet werden konnte.

Auf Grund des Vorkommens in diesen typischen Grundwasserräumen gehört *C. subterranea* dem Petrostygon an und ist für die Lurgrotte als antrobiont zu werten.

Harpacticoidea

Bryocamptus (B.) *zschokkei* (SCHMEIL)

Fundorte: P 20; P I, P II.

Dieser, über ganz Europa, Asien und Nordamerika (LANG, 1948) verbreitete und von CHAPPUIS (1920) als „leicht verschlepp-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

barer Moosbewohner" bezeichnete Krebs, zeigt als rheophile und kaltstenotherme Art große Vorliebe für Interstitialräume (NOLL und STAMMER, 1953). Einige Subterranfunde anderer Autoren mögen dies veranschaulichen:

Belgien: Grundwasser (KIEFER, 1936), Höhlen (LERUTH, 1939).

Deutschland: Brunnen und Grundwasser (NOLL und STAMMER, 1953; HUSMANN, 1956; WEGELIN, 1966), Höhlen (STAMMER, 1936; GRIEPENBURG, 1939).

Frankreich: in unterirdischen Sanden (ANGELIER, 1953), Höhlen (GRAETER, 1910).

Schweiz: Brunnen (CHAPPUIS, 1920), Stollen (GRAETER, 1910).

Österreich: Grundwasser (PRIESEL-DICHTL, 1959), Interstitial (TILZER, 1968), Herrmannshöhle (STROUHAL, Catalogus).

Jugoslawien: Grundwasser (CHAPPUIS, 1936), Höhlen bei Adelsberg (KIEFER, 1933).

Ungarn: Hyporheal (CHAPPUIS, 1944).

Tschechoslowakei: Graphitbergwerk (STAMMER, 1936), Erzgruben (DONNER, 1928; HNATEWYTSCH, 1929).

B. zschokkei fehlt in sämtlichen Probestellen, die nicht direkt oder indirekt mit dem Schmelzbach in Verbindung stehen. Hingegen konnte die Art regelmäßig in Tümpeln und bei Grabungen nachgewiesen werden. Der, schon von STROUHAL (1964) für Höhlen unseres Gebietes als stygobiont bezeichnete Krebs ist für die Lurgrotte als antrobiont zu werten.

Bryocamptus (*Limnocamptus*) *echinatus* (MRÁZEK)

Fundorte: P 16; P I, P II, P III.

B. echinatus, nach LANG (1948) ein europäischer, kaltstenothermer Kosmopolit, wurde hauptsächlich aus Quellen (u. a. HUSMANN, 1956; WEGELIN, 1966) gemeldet, dringt aber auch in das Grundwasser (KIEFER, 1959), Hyporheal (HUSMANN, 1956; TILZER, 1968), Brunnen (CHAPPUIS, 1920) und Höhlen (CHAPPUIS, 1920; KULHAVÝ, 1969) vor.

Da dieser Harpacticide während der gesamten Untersuchungszeit mit Juvenilen und Adulten hauptsächlich im Hyporheal des Schmelzbaches anzutreffen war, ist die Art für die Lurgrotte als antrobiont zu werten.

Echinocamptus (*Canthocamptus*) *pilosus* (VAN DOUWE)

Fundort: P 20.

Dr. EINSLE, der die Determination bzw. Kontrolle des bereits bestimmten Lurgrottenmaterials übernahm, schreibt u. a. in seinem an mich gerichteten Brief (1969): „Eine kleine Sensation

dürfte der Fund von *E. pilosus* sein; das Tier wurde von dem Beschreiber VAN DOUWE am Wörthersee (Oberbayern) gefunden, seither in Deutschland nicht mehr. Aus Österreich ist ebenfalls erst ein einziger Fundort bekannt, der Lunzer Untersee (KLIE, 1926, Arch. Hydrobiol. 16, p. 256), genauer gesagt eine Quellrinne am Nordufer des Sees. Eventuell ist die von KIEFER 1931 aus Italien beschriebene *Elaphoidella unica* ebenfalls mit *Echinocamptus pilosus* identisch. Damit wäre Ihr Fund der — soweit ich sehe — vierte Nachweis in Westeuropa."

Bei dem im Catalogus faunae Austriae (LÖFFLER und NEUHUBER, 1970) angeführten Fund eines *E. pilosus* aus der Lurgrotte („Lurgrotte, EINSLE i. L.," p. 3) dürfte es sich demnach um die von mir gefundenen Exemplare handeln.

Da die Probenstelle eine Sandschüssel darstellt, die hauptsächlich von Sickerwasser gespeist wird, ist zu vermuten, daß das Tier damit in die Höhle gelangte, was aber weiter den Schluß zuläßt, daß es sich bei *E. pilosus* um einen Bewohner des Petrostygons handelt, der auch im Porenraum der Sandufer leben kann.

Die wenigen Fundstellen in Europa, und dann vorwiegend in Quellen, geben Grund genug zur Annahme, daß es sich bei *Echinocamptus pilosus* um eine ausgesprochen stygobionte Kaltwasserform handelt, die für die Lurgrotte als antrobionter Bewohner zu werten ist.

Cyclopida

Die Familie der Cyclopiden ist in der Höhle mit vier Arten vertreten.

Eucyclops serrulatus (FISCHER)

Fundorte: P 1, P 3, P 12, P 19, P 20; P I, P II, P III; S 1, S 5.

Dieser, nach WAGLER (1927) als Kosmopolit zu betrachtende Cyclopide ist in allen Höhenlagen und Gewässertypen lebensfähig. Er kommt sehr häufig in Subterrangewässern vor, die aber, wie schon HAINE (1946), HUSMANN (1956) und WEGELIN (1966) betonen, in unmittelbarer Verbindung zum Oberflächenwasser stehen müssen, während die Art im isolierten Grundwasser fast vollständig fehlt. Damit stimmen die Funde anderer Autoren überein. So wurde diese Art z. B. gefunden in:

Belgien: Höhlen (LERUTH, 1938);

Frankreich: Hyporheal in den Alpen, Pyrenäen, Korsika (ANGELIER, 1953);

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Schweiz: Höhlen (GRAETER, 1910), Brunnen (CHAPPUIS, 1920);

Deutschland: Grundwasser, Hyporheal und Brunnen (KIEFER, 1933; NOLL, 1939; HAINE, 1946; HUSMANN, 1956; WEGELIN, 1966), Erzgruben (HNATEWYTSCH, 1929), Höhlen (GRAETER, 1910; THIENEMANN, 1916; BÜTTNER, 1926; LENGERSDORF, 1931, 1932; STAMMER, 1936; MÜHLMANN, 1942; SCHULZE und UHLMANN, 1960);

Österreich: Brunnen (PRIESEL-DICHTL, 1959);

Jugoslawien: Höhlen (KIEFER, 1933, 1937);

Ungarn: „Baradla"-Höhle (DUDICH, 1932).

Weitere Subterranfunde sind bei SPANDL (1926) angeführt.

Die enorme Anpassungsfähigkeit kommt auch dadurch zum Ausdruck, daß dieser Cyclopide die verschiedensten Biotope innerhalb der Lurgrotte besiedelt (Bach, sporadisch überschwemmte Tümpel, Porenraum des Schotter- und Sandbettes). Da immer alle Entwicklungsphasen angetroffen wurden, ist *E. serrulatus* für die Lurgrotte als zumindest chasmato- bis antrophil zu werten.

Paracyclops fimbriatus (FISCHER)

Fundorte: P 1, P 3, P 10, P 19, P 20; P I, P II, P III; S 1, S 2, S 5.

Auch *P. fimbriatus* ist ein kosmopolitischer Ubiquist, der in seiner Anpassungsfähigkeit *E. serrulatus* in keiner Weise nachsteht. Beide Arten werden nach THIENEMANN (1950) zur „glacialen Mischfauna" gezählt.

Da die beiden Arten in ihren ökologischen Ansprüchen sehr ähnlich sind, werden sie meist aus den gleichen Biotopen gemeldet. So z. B. aus:

Belgien: Subterrangewässer (LERUTH, 1939);

Frankreich: Hyporheal (ANGELIER, 1953);

Spanien: Höhlen (KIEFER, 1937);

Schweiz: Brunnen (CHAPPUIS, 1920), Höhlen (GRAETER, 1910);

Deutschland: Grundwasser (HUSMANN, 1956; WEGELIN, 1966), Bergwerken (HNATEWYTSCH, 1929; STAMMER, 1936), Höhlen (GRAETER, 1910; LENGERSDORF, 1926, 1931; GRIEPENBURG, 1933; MÜHLMANN, 1942);

Österreich: Grundwasser (PRIESEL-DICHTL, 1959), Quelle (KIEFER, 1964), Hermannshöhle (STROUHAL, Catalogus);

Tschechoslowakei: Brunnen (KULHAVÝ, 1961);

Ungarn: Ufergrabungen (CHAPPUIS, 1944), „Baradla"-Höhle (DUDICH, 1932);

Jugoslawien: Höhlen und Brunnen (KIEFER, 1933, 1937).

Da auch bei dieser Art keine jahreszeitlich gebundenen Entwicklungsschwankungen festgestellt werden konnten, wird *P. fimbriatus*, von KIEFER (1933) als „eventuell troglophile" Art bezeichnet und für die Lurgrotte als antrophil gewertet.

Megacyclops viridis (JURINE)

Fundorte: P 3, P 17, P 20; P I, P II, P III.

M. viridis, ein Kosmopolit und eurythermer Ubiquist, ist wie seine beiden Vorgänger nach THIENEMANN (1950) der „glacialen Mischfauna" zuzurechnen. Im allgemeinen ist *M. viridis* auf der nördlichen Halbkugel in den verschiedensten Wasseransammlungen und nicht selten auch im Subterranraum anzutreffen. So z. B. in:

Belgien: Höhle (LERUTH, 1939);

Deutschland: Grundwasser (NOLL und STAMMER, 1953; HUSMANN, 1956; WEGELIN, 1966), Stollen und Gruben (MÜHLMANN, 1942) Höhlen (GRAETER, 1910; STAMMER, 1936);

Schweiz: Brunnen (CHAPPUIS, 1920), Höhlen (GRAETER, 1910);

Österreich: Grundwasser (VORNATSCHER, 1938; PRIESEL-DICHTL, 1959), Brunnen (KIEFER, 1964), Höhlen (CHAPPUIS, 1920; STROUHAL, Catalogus) sowie Lurgrotte (KIEFER, 1964);

Tschechoslowakei: Hurkahöhle (KULHAVÝ, 1961);

Ungarn: „Baradla"-Höhle (DUDICH, 1932);

Jugoslawien: Adelsberger-Grotte (KIEFER, 1933), Höhlen und Brunnen (KIEFER, 1937; PETKOVSKY, 1954).

Da immer alle Altersstadien dieses Krebses in der Höhle vorhanden waren (besonders auffällig in der nur von großen Hochwässern überschwemmten P 20), kann mit Sicherheit angenommen werden, daß sich *M. viridis* in der Lurgrotte auch fortpflanzt. Die Art ist daher für die Lurgrotte zumindest als antrophil zu werten.

Diacyclops bisetosus (REHBERG)

Fundorte: P 1, P 3; P II.

D. bisetosus, nach WAGLER (1927) ein Kosmopolit, bevorzugt kleinere Gewässer, wurde jedoch von PAX (1942) als eurythermer und euryhaliner Bewohner aus verschiedenen deutschen Mineralquellen gemeldet. Weitere Subterranfunde liegen vor aus:

Deutschland: Grundwasser und Brunnen (NOLL, 1939; HAINE, 1946; HUSMANN, 1956; WEGELIN, 1966), Höhlen (LENGERSDORF, 1932; MÜHLMANN, 1942).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Schweiz: Brunnen (CHAPPUIS, 1920), Höhle (CHAPPUIS, 1920);

Österreich: Grundwasser und Brunnen (PRIESEL-DICHTL, 1959), Hyporheal (TILZER, 1968), Katerloch (KIEFER, 1964);

Jugoslawien: Brunnen (KIEFER, 1937; PETKOVSKY, 1954);

Spanien: Höhle (KIEFER, 1937).

Bei *D. bisetosus* handelt es sich um eine Art, die das Interstitial der Ufer gerne aufsucht, aber nur sehr selten in der Höhle nachgewiesen werden konnte. Daß sie in der Höhle kleine Populationen in den mehr oder minder vom Schmelzbach getrennten Becken ausbildet, wie dies bei den anderen Arten der Fall war, konnte nicht beobachtet werden. Nach VANDEL (1965) wäre die Art als troglophil zu werten, was auf die Lurgrotte bezogen hieße, daß es sich um einen chasmatophilen-antrophilen Bewohner handelt. Auf Grund der wenigen Funde und Exemplare ist aber eine exakte Klassifizierung nicht angängig.

Amphipoda

Aus der Unterordnung der Amphipoda bewohnen zwei Arten die Lurgrotte: *Rivulogammarus fossarum* und *Niphargus tatrensis*.

Rivulogammarus fossarum (C. L. KOCH)

Fundorte: P 1, P 3, P 10, P 12, P 13, P 14, P 17, P 19, P 20; P I, P II, P III; S 1, S 2, S 3, S 5.

R. fossarum ist ein Bewohner des Berglandes, steigt auch bis in die Quellregion in das Gebirge hinauf und ist hier in kleinen Bächen anzutreffen. Ernährungsbiologisch unterscheidet sich *R. fossarum* von dem bis vor kurzem in der Lurgrotte angenommenen *Gammarus pulex* dadurch, daß ersterer hauptsächlich abgestorbene Pflanzennahrung — die es in der Höhle in überreichem Maße gibt — zu sich nimmt, während sich die zweite Art vorwiegend von lebendem Pflanzenmaterial ernährt. Voraussetzung für das Subterranvorkommen ist nur das reichliche Angebot an Detritus — im Notfalle wird *R. fossarum* auch carnivor, wie das des öfteren beobachtet werden konnte — wodurch aber der hypogäische Lebensraum des Amphipoden auf, im allgemeinen, stark von der Oberfläche beeinflußte Biotope beschränkt ist.

In der Lurgrotte und in nächster Umgebung (Lurbach, Schmelzbach, Hammerbach, Katzelbach, Badlbach und in der Eisgrube) ist *R. fossarum* reichlich vorhanden. Auffallend war aber, daß die Tiere aus allen diesen Probenentnahmestellen die ganz normale Färbung aufwiesen und nur in P 19, einem im Blocksberg isoliert liegenden und nur bei extremen Hochwässern

überschwemmten Tümpel, einen merklichen Pigmentschwund aufwiesen. Einzelne Tiere waren ganz weiß, andere gefleckt, während die Mehrzahl dieser Population eine grünlichblaue Tönung erkennen ließ. Ganz dunkel blaugrün waren die Tiere nur dann, wenn sie tot aus einer mit einem Froschschenkel beköderten und mit gedämpftem Buchenlaub abgedeckten Tonröhre geborgen wurden.

Das Augenpigment war bei den hellen und gefleckten Exemplaren weiter aufgelockert als bei den grünlichblauen, wodurch die Augen flächenmäßig größer waren.

Die Gliederzahl der 1. Antenne war bei den meisten Männchen gegenüber den oberirdischen Populationen vermehrt, während sehr viele Weibchen eine Verlängerung der Antennenglieder aufwiesen.

In bezug auf die Beborstung der Antennen und Extremitäten war auffallend, daß eine Vermehrung einzelner Borsten oder auch eine Einfügung ganzer Borstenbüschel festgestellt werden konnte. Charakteristisch für die Population in P 19 war auch noch, daß die Tiere im Durchschnitt größer waren als die im Schmelzbachbereich oder an den anderen Untersuchungsorten.

Ähnliche Abweichungen vom Typus konnte MÜHLMANN (1938), ANDERS (1956) und WEGELIN (1966) bei *Gammarus pulex* beobachten. MÜHLMANN konnte zeigen, daß in den Stollen des Erzbergwerkes zwei „Sippen" wohnen, bei deren einer zumindest die Farblosigkeit genotypisch bedingt ist. SCHNEIDER (1885) fand milchigweiße, subterran akkomodierte Tiere und stellte die Subspecies *subterraneus* auf, die von MÜHLMANN (1938) bestätigt wurde. Interessant sind auch die Ergebnisse von ANDERS (1956). Die Rasse war auch depigmentiert, die Augen normal ausgebildet und die Tiere größer als die oberirdischen Formen. In Licht kultiviert, wurden die Tiere olivgrün, braun oder rot. Wie MÜHLMANN für seine Tiere schon annahm, so kommt auch ANDERS zu dem Schluß, daß diese drei Pigmentfarben durch drei allelomorphe Gene kontrolliert werden.

Aus den bisherigen Beobachtungen in P 19 läßt sich eine parallele Entwicklung zu einem *Rivogammarus fossarum* „ssp. *subterraneus*" vermuten, da sich außer den oben erwähnten Erscheinungen während der ganzen Untersuchungszeit immer Paare in der „Reiterstellung", Weibchen mit Eiern im Marsupium sowie juvenile und adulte Tiere fanden. Die Fortpflanzungsperiode scheint daher nicht mehr an eine bestimmte Jahreszeit gebunden und damit vollkommen verwischt zu sein.

Im interstitiellen Porenraum des Schmelzbaches bzw. in den im Bachbett liegenden Probestellen wurden ganz normal gefärbte

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bräunliche Exemplare erbeutet. Hier konnte auch eine ganz normale Fortpflanzungsperiode festgestellt werden.

In den selbständigen, hochgelegenen und meistens nur bei extremen Hochwässern überschwemmten Sinterbecken konnten nie Gammariden nachgewiesen werden. Diese Becken sind ausschließlich Biotope von *Niphargus tatrensis*.

Die komplizierten Verhältnisse der Gammaridenpopulation in P 19 werden, vorausgesetzt, daß das Biotop nicht durch weitere bauliche Maßnahmen zerstört wird, Gegenstand einer eigenen Arbeit sein.

Nach den bisherigen Befunden können zumindest die Bewohner von P 19 für die Lurgrotte als antrobiont gewertet werden.

Niphargus tatrensis WRZESNIOWSKI

Fundorte: P 1, P 2, P 4, P 5, P 6, P 7, P 8, P 9, P 11, P 14, P 15, P 16, P 17, P 18; P I, P II, P III; S 4.

Ein Problem ganz anderer Art ist die verworrene Niphargen-Systematik. So wies JERSCHE (1963, p. 268) darauf hin, „daß der größte Teil unserer mitteleuropäischen ‚Niphargus-Arten' keine Existenzberechtigung hat, sondern auf Grund ihrer minimalen Unterschiede innerhalb die Variationsbreite von ganz wenigen guten Arten fällt."

JERSCHE weist ausdrücklich darauf hin, daß man nach der SCHELLENBERGschen Bestimmungstabelle, je nachdem welches Merkmal man betrachtet und welche Altersstufe man vor sich hat, z. B. zwischen *Niphargus aquilex* SCHIÖDTE, *N. foreli* HUMBERT und *N. tatrensis* WRZESNIOWSKI „wählen" kann. JERSCHE macht auch darauf aufmerksam, daß es an Hand von Einzelfunden jederzeit möglich ist, den geographisch weitverbreiteten *tatrensis*-Typ in Lokalformen, wie es SCHELLENBERG getan hat, z. B. in: *N. t. schneebergensis*, *reyersdorfensis*, *lunzensis*, *ötscherensis*, *salzburgensis* und *lurensis* aufzugliedern.

Bei der Bestimmung des Lurgrottenmaterials zeigte es sich nämlich immer wieder, daß sehr viele Niphargen dabei waren, die nicht in das SCHELLENBERGsche Schema paßten.

Diese Bemerkungen sollen dazu dienen, die sich oft widersprechenden Funde aus der Lurgrotte zu verstehen. So hört man z. B. von einem *Niphargus stygius*; VORNATSCHER (1952, 1955) meldet die Lokalform *Niphargus tatrensis* f. *lurensis* SCHELLENBERG und KÜHNELT (1962) erwähnt *Niphargus aquilex*. Nach dem reichlich gesammelten Material handelt es sich bei diesen Amphipoden aber eindeutig um *Niphargus tatrensis* (JERSCHE, 1963; STRAŠKRABA, i. L.).

Hinzuweisen ist noch auf *Niphargus aggtelekiensis* DUDICH, 1932 — in der Literatur als *N. stygius* SCHIÖDTE geführt — aus der Aggteleker Tropfsteinhöhle „Baradla", den SCHELLENBERG als zu *N. tatrensis* gehörig erkannte und als Art einzog.

Dadurch erstreckt sich nun das Verbreitungsgebiet von *N. tatrensis* vom Nordostrand der Alpen über die Sudeten bis zu den Gebirgszügen nördlich der ungarischen Tiefebene.

Nimmt man aber mit JERSCHE an, daß *N. foreli* nichts anderes als ein an große Seentiefen und kalte Hochgebirgsgewässer angepaßter Ökotyp von *N. tatrensis* ist, dann stellt der Fund von *N. foreli thienemanni* SCHELLENBERG im Weinstockstollen (Tirol) durch JANETSCHEK (1952) den bisher westlichsten aller bekannten Fundorte für *N. tatrensis* in Österreich dar.

Nach STROUHAL (1964) konnte *N. tatrensis* in Österreich aus Höhlen der Bundesländer Salzburg, Oberösterreich, Niederösterreich und der Steiermark sowie in Spalten und Quellen nachgewiesen werden. Im einzelnen sind das: Scheukofen, aus denen er fälschlicherweise als *N. puteanus* SCHELLENBERG oder *N. stygius* SCHIÖDTE gemeldet wurde, und Steinkeller-Mausrodelhöhle (STROUHAL, 1950); Bärenhöhle im Hartelsgraben und Odelsteinhöhle bei Johnsbach (FRANZ, 1951); Brunnen des Salzburger Beckens und des Vorlandes (PRIESEL-DICHTL, 1959); Quellen in der Grazer Bucht und Umgebung von Lunz (JERSCHE, 1963); Gassltropfsteinhöhle bei Ebensee, Koppenbrüllerhöhle, Bärenhöhle im Lugauer (VORNATSCHER, 1964).

In der Lurgrotte ist *Niphargus tatrensis* hauptsächlich auf zwei Biotope beschränkt. Den ersten Biotop stellen die Sinterbecken und Tropfwassertümpel mit ihrem angrenzenden Spaltenraum dar, den zweiten der interstitielle Porenraum des Schmelzbaches. Das freie, schnell fließende Wasser kommt für diese thigmophile Art als Lebensraum nicht in Frage.

Was die Größe der Tiere in den einzelnen Biotopen betrifft, so wurde festgestellt, daß die Sinterbeckenbewohner viel größer waren als die Bewohner des interstitiellen Raumes. Auf dieses Phänomen wurde schon öfters hingewiesen. Bezeichnend für die Sinterbeckenfauna war auch weiters noch, daß hier jeweils nur ausgewachsene Tiere anzutreffen waren, während sich im Hyporheal des Schmelzbaches hauptsächlich juvenile Exemplare fanden. Die Jungtiere von *Niphargus* lebten hier neben denen von *R. fossarum*, während ältere Tiere nur in voneinander vollkommen getrennten Biotopen vorkamen. Nur nach Hochwässern waren in den Gammaridenbiotopen des Lur- und Schmelzbaches auch Niphargen anzutreffen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ganz im Gegensatz zu *R. fossarum* wurden nie eitragende Weibchen gefunden oder eine Kopulation beobachtet.

Die Quell- und Sickerwässer sehen nur rein optisch so aus als seien sie oligotroph oder gar nahrungsleer. Bei den langdauernden Einsätzen der Wand- und Tropfkescher konnten auch an den unscheinbarsten Sickerstellen größere Mengen an feinstem Detritus festgestellt werden. Als während der ernährungsbiologischen Versuche einmal das gewohnte angemorschte Buchenlaub ausblieb, kam es in einem vom Autor mit zwei ausgewachsenen Exemplaren (1 Weibchen, 1 Männchen) besetzten Sinterbecken zu Kannibalismus. Dieser wurde beim Lebendtransport ins Labor oft festgestellt. Wahrscheinlich ist dies auch der Grund dafür, daß nie Jungtiere im Becken angetroffen wurden.

Niphargus tatrensis ist für die Lurgrotte als antrobiont zu führen.

Unter den jetzt noch in Tab. 3 aufscheinenden Arten sind keine echten Höhlenbewohner mehr zu finden. Die regelmäßig in der Höhle angetroffenen Larven der Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera und Trichoptera gehen nicht wegen des Höhlenmilieus in die Lurgrotte, sondern sind ganz allgemein, bedingt durch ihre Entwicklungseigenheiten, im Hyporheal anzutreffen. Die angetroffenen Coleoptera und Hydrachnellae wurden eingeschwemmt und können sich hier vielleicht auch längere Zeit halten.

Eine Besonderheit der Lurgrotte ist jedoch eine große Forelle, die während der Untersuchungszeit immer beim Wasserfall am Eingang in die Krokodilsschlucht stand, dunkel adaptiert war und jeden Tag gefüttert wurde. Nach Hochwässern in der Mur konnten bis zu 65 Tiere in der Peggauer Lurgrotte gezählt werden.

VIII. Biozönotik der verschiedenen Lebensräume in der Höhle

In Tab. 4 werden charakteristische Lebensräume zusammengefaßt und gegenübergestellt. Zwecks besserer Vergleichsmöglichkeiten werden in systematischer Reihenfolge auch die xenozönen Formen (HESSE, 1924, p. 148) aufgeführt. Neben den in Tab. 2 enthaltenen regelmäßig kontrollierten Probeentnahmestellen werden noch jene Fundorte berücksichtigt, an denen nur sporadische Einzelfänge gelangen. Innerhalb der Zoozönosen lassen sich die einzelnen Lebensgemeinschaften auf Grund der bekannten Ethologie ihrer Mitglieder leicht trennen.

Da die nomenklatorischen Fragen der Wertigkeit der einzelnen Lebensräume in der Höhle noch weitgehend ungeklärt

sind, beschränke ich mich bei der folgenden Interpretation auf neutrale Termini, wie Biotop i. w. S. oder Lebensraum ganz allgemein. Die einschlägige Problematik wird in einer eigenen Arbeit diskutiert werden.

Wie aus Tab. 4 ersichtlich, weisen die einzelnen Biotope jeweils eine quantitativ und qualitativ verschieden zusammengesetzte Fauna auf, deren Unterschiede offensichtlich durch die Herkunft der einzelnen Wasserkörper, Untergrunds- und damit verbunden Nahrungsverhältnisse, Alter, Lage und Entstehung sowie Isolation bedingt werden.

In den ersten drei Bachbiotopen (Spalte 1, 2, 3) dominieren die eingeschwemmten oberirdischen Formen, wobei aber auffällt, daß mit zunehmender Abnahme der Turbulenz die Artenzahl zunimmt, was einerseits darauf zurückzuführen ist, daß Tiere nach Hochwässern in den ruhigen und teilweise isolierten Bachtümpeln zurückbleiben, andererseits aber Arten aus dem Hyporheal in die Tümpel einwandern (besonders Turbellarien, Oligochaeten, Cyclopiden und Insektenlarven).

Auffallend artenarm sind die vom Grundwasser her versorgten Biotope, so z. B. die oft nur sporadisch aktiven Tropfwassertümpel (Spalte 4) (=flache, auf den aufgeschütteten Wegen oder auf Lehm stehende Wasserlachen, die bei erhöhter Wasserführung im Berg entstehen und wieder vollkommen verschwinden können). Diese Tropfwassertümpel sind aber deshalb interessant, da sie den Beweis erbringen, daß die über der Lurgrotte lagernden Wasserkörper (mit den typischen Vertretern *Echinocamptus pilosus* und *Niphargus tatrensis*) bei extremen Hochwässern zusätzlich durch Lurbachwasser gespeist werden, was durch den Fund einer Nemoura-sp.-Larve bestätigt wird.

In den Sickerwassertümpeln (Spalte 5) (=im Hochwasserlauf der Lurgrotte isoliert gelegene und permanent mit Sickerwasser versorgte Tümpel mit felsigem, kiesigem oder sandigem Untergrund) herrschen eindeutig Grundwasserformen vor, besonders Turbellarien, Ostracoden, Harpacticiden, die „troglophilen" Cyclopiden und die eigenartige Gammaridenpopulation in P 19. Da sich die Tiere bei Hochwässern in das umgebende Refugialbiotop des Hyporheals zurückziehen können, verändert sich diese Faunenzusammensetzung kaum.

Die Kolke (Spalte 6) (=kopfgroße Aushöhlungen im Felsgestein, meist durch Mischkorrosion entstanden und oft hochwassergefährdet) weisen eine eintönige, meist aus Cyclopiden, Culiciden- und Chironomidenlarven aufgebaute Fauna auf, was auf die starke Beeinflussung durch den Bach zurückzuführen ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 4 Vorkommen der einzelnen Arten in den verschiedenen

Species	Bach — freies Wasser	Bach — Untergrund	Bach — Tümpel	Tropfwassertümpel	Sickerwassertümpel	Kolke	Sinterbecken	Wandgerinne	Quellen	Hyporheal
1. *Chlorohydra viridissima*			+							+
2. *Stenostomum unicolor*			+							+
3. *Microdalyellia armigera*					+					+
4. *Ascophora paradoxa*					+					+
5. *Prorhynchus stagnalis*			+							+
6. *Bothrioplana semperi*		+	+		+					+
7. *Dugesia gonocephala*		+			+					
8. *Fonticola paravitta* ...		+	+		+					+
9. *Atrioplanaria rakovitzai*										+
10. *Polycelis cornuta*		+	+							
11. *Crenobia alpina*		+	+							+
12. *Neodendrocoelum nausiikaae*			+							+
13. *Aeolosoma hemprichi*										+
14. *Nais elinguis*										+
15. *Pristina uniseta* ..			+							
16. Enchytraeidae gen. spec.**		+			+					+
17. *Tubifex tubifex*		+	+							
18. *Branchiobdella parasita*		+								
19. *Haplotaxis gordioides*		+								+
20. Lumbricidae gen. spec.**		+	+							+
21. Allolobophora spec.			+							
22. *Eiseniella tetraedra* f. typica			+							
23. *Galba truncatula*		+	+							
24. *Ancylus fluviatilis*...		+	+							
25. *Bythinella austriaca*							+*	+	+	
26. *Valvata piscinalis*		+	+							
27. Valvata spec.						+		+		
28. Pisidium spec.		+	+							
29. *Cypridopsis subterranea*			+		+				+	+
30. *Bryocamptus zschokkei*					+					+
31. *Bryocamptus echinatus*								+		+
32. *Echinocamptus pilosus*				+	+					
33. *Eucyclops serrulatus*	+	+	+		+	+				+
34. *Paracyclops fimbriatus*	+	+	+		+	+				+
35. *Megacyclops viridis*		+	+		+					+
36. *Diacyclops bisetosus*	+	+	+			+				+
37. *Rivulogammarus fossarum*	+	+	+		+					+
38. *Niphargus tatrensis*	+	+		+			+	+	+	+
39. *Potamobius pallipes=torrentium*		+								

Lebensräumen

Species	Bach — freies Wasser	Bach — Untergrund	Bach — Tümpel	Tropfwassertümpel	Sickerwassertümpel	Kolke	Sinterbecken	Wandgerinne	Quellen	Hyporheal
40. *Ephemera vulgata*			+							+
41. *Heptagenia fuscogrisea*	+	+	+							+
42. Rhithrogena spec.	+	+	+							+
43. Baetis spec. . . .	+	+	+							+
44. *Paraleptophlebia cincta* . .			+							+
45. *Paraleptophlebia submarginata*		+	+							+
46. *Habrophlebia lauta*			+							+
47. Nemoura spec.	+	+	+	+						+
48. *Leuctra major*	+	+	+							+
49. *Perla marginata*		+	+							+
50. *Chloroperla tripunctata*	+	+	+							+
51. *Hydraena gracilis*		+	+							+
52. *Helmis maugei*		+	+							+
53. *Esolus angustatus*		+								+
54. *Lathelmis perrisi*		+	+							+
55. Culicidae gen. spec.**	+		+			+				
56. Simuliidae gen. spec.**		+								
57. Chironomidae gen. spec.**		+	+			+				+
58. Tipulidae gen. spec.**		+	+							
59. Tabanidae gen. spec.** .		+	+							
60. Stratiomyidae gen. spec.**		+	+							
61. *Rhyacophila dorsalis*.	+	+	+							+
62. *Plectrocnemia conspersa*	+	+	+							+
63. Hydropsyche spec.		+	+							+
64. *Glyphotaelius pellucidus*			+							
65. *Potamophylax stellatus*			+							
66. *Anabolia nervosa*.			+							+
67. *Halesus digitatus*.			+							+
68. Calonyx spec. . .		+	+							+
69. *Trutta trutta fario*	+									
Summe	15	42	50	3	13	6	2	4	3	46

* Schalenfunde
** werden als „Arten" gezählt

Am artenärmsten von allen Höhlenbiotopen haben sich die Sinterbecken (Spalte 7) erwiesen. Das ist darauf zurückzuführen, daß diese Becken (neben den Spaltenräumen) das Hauptbiotop

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der Niphargen darstellen, in ihnen verhältnismäßig wenig Nahrung zur Verfügung steht, meist große Strömungsgeschwindigkeit und Turbulenz herrscht sowie praktisch keine Schutzmöglichkeiten für eventuell eingeschwemmte Tiere in diesen glatten Schüsseln vorhanden sind.

Die Wandgerinne (Spalte 8) (=permanent durch Spalten austretende Wässer mit geringer Schüttung) geben unmittelbaren Einblick in die Grundwasserfauna und fördern die echten Petrostygonbewohner des Tannebenstockes, wie z. B. *Bythinella austriaca*, *Valvata* sp.?, *Bryocamptus echinatus* und *Niphargus tatrensis* zutage.

Auch die Quellen (Spalte 9) (=permanent aus Spalten und Klüften austretende, teilweise gefaßte Wässer mit ausgesprochen konstanter Temperatur und großer Schüttung) beherbergen nur wenige, aber charakteristische Petrostygonbewohner, nämlich *Bythinella austriaca*, *Cypridopsis subterranea* und *Niphargus tatrensis*.

Sehr interessant ist die Fauna des, besonders den Schmelzbach begleitenden Hyphorheals (Spalte 10) (=das interstitielle Lückensystem, das den Organismen zwischen dem Oberflächenwasser des Baches und dem Grundwasser des Tannebenstockbereiches zur Verfügung steht). Es handelt sich hiebei um eine ausgesprochene Mischbiozönose. Die Artenfülle ergibt sich dadurch, daß das Hyporheal für die meisten Oberflächenarten nicht nur ein Temperatur- und Strömungsrefugium, sondern auch das Hauptbiotop für morphologisch angepaßte Lebensform- und Lebensweisetypen im Sinne von REMANE (1952) darstellt. Durch das Vorhandensein von Porenräumen und die dadurch bedingte räumliche Begrenztheit sind z. B. die Insektenlarvulae gegenüber größeren Feinden geschützt und daher die am regelmäßigsten auftretenden Bewohner des Lückensystems.

Der ökologisch wichtige Faktor der räumlichen Begrenztheit hat auch für die durch anstehende Spalten aus dem Grundwasser in das Hyporheal einwandernden Petrostygon- und Troglostygonbewohner große Bedeutung, wie sie z. B. aus der Anwesenheit der Turbellarien und Crustaceen abgeleitet werden kann.

IX. Zusammenfassung

Zum erstenmal wird die Lurgrotte zwischen Peggau und Semriach faunistisch-ökologisch untersucht.

Dabei ergeben sich eine Reihe von Erstnachweisen für Österreich und insbesondere für die Steiermark. Unter der bisher fast völlig vernachlässigten Hydrofauna des Tannebenstockes konnten

(unter Ausschluß der Protozoa, Nematoda, Rotatoria, Acarina, Odonata, Coleoptera, Hymenoptera und Diptera) 61 Arten als neu für die Lurgrotte nachgewiesen werden, wobei die Gesamtartenzahl mindestens auf das doppelte geschätzt werden kann.

Diejenigen Arten, die eine engere Beziehung zum Höhlen- bzw. Subterranleben erkennen lassen, werden gesondert besprochen, wobei z. T. auf Verbreitung, habituelle Besonderheiten und Bindung an das hypogäische Leben eingegangen wird.

Die Frage, ob es in der Höhle überhaupt ein Hyporheal gibt, kann mit ja beantwortet werden, da sich dieses Übergangsbiotop zwischen Oberflächen- und Grundwasser allein schon durch seinen Mischcharakter, bezogen auf Chemismus und Temperatur und auch durch seine Mischbiocönose zu erkennen gibt. Hier überschneiden sich die Lebensräume der Bewohner des Oberflächenwassers mit denen des Troglostygals und Petrostygals.

Zwecks besserer Vergleichsmöglichkeiten werden noch andere Biotope dem Hyporheal gegenübergestellt.

Auf nomenklatorische Fragen, bezüglich der Wertigkeit der einzelnen Lebensräume, wird in einer eigenen Arbeit näher eingegangen werden.

Unter den abiotischen Faktoren übt der Chemismus keinen nachweisbaren Einfluß auf die Zusammensetzung der einzelnen Faunen aus.

Mit Hilfe der Temperatur werden vier z. T. vollkommen voneinander unabhängige Wasserkörper festgestellt: a) der Schmelzbach mit den oft ganz isoliert in seinem Bett liegenden Tümpeln, b) das interstitielle Wasser im Bereich des Hyporheals, c) das uferferne Grundwasser und d) das mit der Oberfläche in engerem Kontakt stehende Wasser der den Eingängen benachbarten Sinter- und Wandgerinne.

Der Einfluß des Lichtes auf die Zusammensetzung der Biocönosen macht sich nur in extrem abgesonderten und geschützten Höhlenabschnitten bemerkbar. Durch die immer wieder über das Höhlensystem der Lurgrotte hereinbrechenden Hochwässer werden sowohl oberirdische als auch unterirdische Faunenelemente fast gleichmäßig in der Höhle verteilt.

X. Literaturverzeichnis

Albrecht, M.-L., 1968: Die Wirkung des Lichtes auf die quantitative Verteilung der Fauna im Fließgewässer. — Limnologica, *6*, 71—82.

An der Lan, H., 1967: Zur Turbellarien-Fauna des hyporheischen Interstitials. — Arch. Hydrobiol. Suppl. *33*, 63—72.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ANDERS, F., 1956: Über Ausbildung und Vererbung von Körperfarbe bei Gammarus pulex subterraneus (SCHNEIDER), einer normalerweise pigmentlosen Höhlenform des gemeinen Bachflohkrebses. — Z. indukt. Abstamm. Vererb. *87*.

ANDERSON, N. H., 1966: Depressant effect of moonlight on activity of aquatic insects. — Nature (London) *209*, 319—320.

ANGELIER, E., 1953: Recherches écologiques et biogéographiques sur la faune des sables submergés. — Arch. zool. expér. gén. *90*, 37—161.

ATTEMS, C., 1895: Die Myriopoden Steiermarks. — Sitz. Ber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-naturwiss. Kl. 104, Abt. 1, 1—122.

BEAUCHAMP, P. DE, 1932: Turbellariés, Hirudinées, Branchiobdellidés. Deuxième Série (Biospeologica LVI). — Arch. zool. expér. gén. *73*, 113—380.

— 1939: La systématique et l'èthologie des Fonticola (Turb. Triclades). — Vestnik Cs. Zool. Spol. Praze, 6—7.

BEYER, H., 1932: Die Tierwelt der Quellen und Bäche des Baumbergegebietes. — Abh. westfäl. Mus. Naturk. *3*, 3—185.

BOCK, H., 1913: Charakter des Mittelsteirischen Karstes. — Mitt. Höhlenkde. *6*, 4.

— 1928: Das Lurloch in der Steiermark. — Mitt. Höhlen- u. Karstforsch., 65—81.

BÜTTNER, K., 1926: Die Stollen, Bergwerke und Höhlen in der Umgebung von Zwickau und ihre Tierwelt. — Jber. Ver. Naturk. Zwickau, 2—16.

CERNY, A., 1928: Untersuchungen der Planktonnetzproben. — In: KYRLE, G., 1928: Kombinierte Chlorierung von Höhlengewässern. — Spel. Monogr. *12*, Wien.

CHAPPUIS, P. A., 1920: Die Fauna der unterirdischen Gewässer der Umgebung von Basel. — Diss., Stuttgart.

— 1924: Die Fauna der unterirdischen Gewässer der Umgebung von Basel. — Arch. Hydrobiol. *14*, 1—88.

— 1927: Die Tierwelt der unterirdischen Gewässer. — In: THIENEMANN, Binnengewässer, Bd. *3*, 1—175.

— 1936: Über Höhlencopepoden. — Bul. Soc. Stiinte Cluj *8*, 321—334.

— 1944: Die Grundwasserfauna des Körös und des Szamos. — Matematikai és termés-zettudományi Közlem. XL, 2, 1—43.

DITTMAR, H., 1955: Ein Sauerlandbach. — Arch. Hydrobiol. *50*, 350—552.

DOEPPER, E., 1959: Die Diatomeen in natürlichen Gewässern. — In: MAURIN, V. u. ZÖTL, J. (1959): Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. — Steirische Beitr. zur Hydrogeol. Jg. 1959, 74—79.

DONNER, F., 1928: Die Harpaticiden der Leipziger Umgebung und der Schneeberger Erzbergwerke. — Int. Rev. Hydrobiol. XIX, 221—353.

DUDICH, E., 1932: Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle „Baradla" in Ungarn. — Speläolog. Monographie, Wien, *13*, 1—246.

EHRMANN, P., 1937: Weichtiere, Mollusca. — In: BROHMER, EHRMANN u. ULMER, Die Tierwelt Mitteleuropas, Bd. II.

ELLIOTT, J. M., 1968: The daily activity patterns of mayfly nymphs (Ephemeroptera). — J. zool. London *155*, 201—221.

FAST, H. u. SAUER, K., 1958: Die chemische Zusammensetzung südbadischer Grundwässer. Herkunftsfragen und Versuche einer Typologie. — Vom Wasser *25*, 48—81.

FLÖSSNER, D., 1958: Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung und Ökologie der Bachtrikladen im Erzgebirge. — Diplomarb. Math.-naturw. Fak. Leipzig.

FLÜGEL, H., 1952: Neuere Untersuchungen im Grazer Paläozoikum. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark *81/82*, 112—117.

— 1960: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes. — 1:100.000, Wien.

FRANZ, H., 1951: Zur Kenntnis der Höhlenfauna der Gesäusealpen. — Die Höhle *2*, 1—7.

GRAETER, E., 1910: Die Copepoden der unterirdischen Gewässer. — Arch. Hydrobiol. *6*, 1—48, 111—152.

GRIEPENBURG, W., 1933: Die Rentropshöhle bei Milspe in Westfalen. — Mitt. Höhlen- u. Karstforschung, 18—30.

— 1939: Die Tierwelt der beiden Hüllöcher im Sauerland. — Mitt. Höhlen- u. Karstforschung, 19—27.

HADL, G., 1967: Bythinella austriaca als Bewohnerin eines Voralpensees (Pros. Hydrobiidae). — Arch. Moll. *96*, 167—168.

HAINE, E., 1946: Die Fauna des Grundwassers von Bonn mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceen. — Inaug.-Diss. Melle in Hannover, 1—144.

HESSE, N., 1924: Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. — 1—613.

HNATEWYTSCH, B., 1929: Die Fauna der Erzgruben von Schneeberg im Erzgebirge. — Zool. Jb. Syst. Abt. *56*, 173—268.

HOLT, C. S. & WATERS, T. F., 1967: Effect of light intensity on the drift of stream invertebrates. — Ecology *48*, 225—234.

HRABĚ, S., 1960: Oligochaeta limnicola from the collection of Dr. S. Husmann. — Publ. Fac. Sci. Univ. Brno *415*, 245—277.

HUSMANN, S., 1956: Die Grundwasserfauna zwischen Harz und Weser. — Arch. Hydrobiol. *52*, 1—184.

— 1966: Versuch einer ökologischen Gliederung des interstitiellen Grundwassers in Lebensbereiche eigener Prägung. — Arch. Hydrobiol. *62*, 231—268.

ILLIES, J., 1952: Die Mölle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen an einem Forellenbach im Lipper Bergland. — Arch. Hydrobiol. *46*, 424 — 612.

— 1961: Versuch einer allgemeinen biocoenotischen Gliederung der Fließgewässer. — Int. Rev. Hydrobiol. *46*, 205—213.

JANETSCHEK, H., 1952: Beitrag zur Kenntnis der Höhlentiere der Nördlichen Kalkalpen. — Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. u. Tiere, München.

JERSCHE, G., 1963: Zur Artfrage und Variabilität von Niphargus tatrensis WRZESNIOWSKI 1888. — Z. zool. Syst. Evolutionsforschung *1*, 3/4, 240—276.

KÄSTNER, A., 1965: Lehrbuch der speziellen Zoologie, Bd. 1, Wirbellose, 1. Teil, Fischer, Stuttgart.

KEPKA, O., 1960: Die Ergebnisse der Fledermausberingung in der Steier-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mark vom Jahre 1949—1960. — Bonner Zool. Beitr. Sonderheft *11*, 54—76.
— 1961: Über die Verbreitung einiger Fledermäuse in der Steiermark. — Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk. *91*, 58—76.
— 1965: Allgemeine faunistische Nachrichten aus Steiermark (XI), Chiroptera. — Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk. *95*, 83.
KIEFER, F., 1933: Ruderfußkrebse (Copepoda) aus der Adelsberger Höhle. — Mitt. Höhlen- u. Karstforschung, 36—39.
— 1936: Über einige Ruderfußkrebse aus dem Grundwasser Belgiens. — Meded. Koenikk. Nat. Mus. Belge, XII.
— 1937: Cyclopiden (Crust. Cop.) aus nordspanischen Höhlen. — Zool. Anz. *119*, 321.
— 1959: Unterirdisch lebende Ruderfußkrebse vom Hochrhein und Bodensee. — Beitr. naturk. Forsch. Südwestdeutschland *18*, 42—52.
— 1964: Zur Kenntnis subterraner Copepoden (Crust.) Österreichs. — Ann. Naturhist. Mus. Wien *67*, 477—485.
KLIE, W., 1925: Entomostraken aus Quellen. — Arch. Hydrobiol. *16*, 152—176.
— 1938: Weitere Ostracoden aus dem Grundwasser von Belgien (Etudes biospéologiques III). — Bull. Mus. Hist. nat. Belg. *13*, 4, 1—6.
KULHAVÝ, V., 1961: Über das Vorkommen der west- und osteuropäischen Elemente in der Crustaceenfauna der böhmischen unterirdischen Gewässer. — Acta soc. zool. Bohemoslov. *25*, 297—301.
— 1969: Über Höhlenharpacticiden aus dem rumänischen Banat. — Acta soc. zool. Bohemoslov. *33*, 1, 5—14.
KUREK, A., 1967: Über die tagesperiodische Ausdrift von Niphargus aquilex schellenbergi KARAMAN aus Quellen. — Z. Morph. Ökol. Tiere *58*, 247—262.
KÜHNELT, W., 1962: Die Tierwelt in Steiermark. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark *92*, 47—72.
KYRLE, G., 1928: Kombinierte Chlorierung von Höhlengewässern. — Speläolog. Monograph. *12*, 1—94, Wien.
LANG, K., 1948: Monographie der Harpacticiden. — Hakan Ohlsson Boktryckeri, Lund, Bd. I, II, 1—1682.
LEHMANN, U., 1967: Drift und Populationsdynamik von Gammarus pulex fossarum KOCH. — Z. Morph. Ökol. Tiere *60*, 227—274.
LENGERSDORF, F., 1926: Beitrag zur Höhlenfauna des Siebengebirges. — Sitz.ber. Naturhist. Ver. preuß. Rheinlande u. Westfalens, 32—50.
— 1931: III. Beitrag zur Kenntnis der Höhlenfauna Westfalens (Kluterthöhle). — Abh. Westfäl. Prov. Mus. Naturk. *2*, 125—128.
— 1932: Die lebende Tierwelt der Harzer Höhlen. — Mitt. Höhlen-Karstforschung, 53—66.
LERUTH, R., 1938: La faune de la nappe phréatique du gravier de la Meuse á Hermalle — sous — Argenteau. — Bull. Mus. Hist. nat. Belg., XIV, 41, 1—37.
— 1939: La biologie du domeine souterrain et la faune cavernicole de la Belgique. — Bull. Mus. Hist. nat. Belg. *87*, 506.
LÖFFLER, H., 1961: Grundwasser- und Brunnenostracoden aus Südwest-

deutschland und den Vogesen. — Beitr. naturk. Forsch. Südwestdeutschland *20*, 1, 31—42.

LÖFFLER, H. u. NEUHUBER, F., 1970: Harpacticoida, In: Catalogus Faunae Austriae, Teil VIIIc, 1—10.

MARTENS, J. ,1969: Die Abgrenzung von Biospecies auf biologischer, ethologischer und morphologischer Grundlage am Beispiel der Gattung Ischyropsalis C. L. KOCH, 1839. — Zool. Jb. Syst. *96*, 133—264.

MAURIN, V., 1952: Ein Beitrag zur Hydrogeologie des Lurhöhlensystems. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark *81/82*, 169—181.

— 1953: Über jüngste Bewegungen im Grazer Paläozoikum. — Verh. Geol. BA.

— 1954: Das Paläozoikum im Raume zwischen Deutschfeistritz und Semriach. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 84.

MAURIN, V. u. ZÖTL, J., 1959: Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. — Steir. Beitr. Hydrogeol. 1—184. Graz.

MEŠTROV, M., 1960: Faunistisch-ökologische und biozönologische Untersuchungen unterirdischer Gewässer des Savetales. — Biol. Glasnik *13*, 73—109.

MICHAELSEN, W., 1933: Über Höhlen-Oligochaeten. — Mitt. Höhlen- u. Karstforschung, 1—19.

MÜHLMANN, H., 1938: Variationsstatistische Untersuchungen und Beobachtungen an unter- und oberirdischen Populationen von Gammarus pulex (L.). — Zool. Anz. *122*, 71—87.

— 1942: Die rezente Metazoenfauna der Harzer Höhlen und Bergwerke. — Zoogeographica *4*, 187—251.

MÜLLER, K., 1963: Diurnal rhythm in "organic drift" of Gammarus pulex. — Nature *198*, 806—807.

— 1963a: Temperatur und Tagesperiodik der „Organischen Drift" von Gammarus pulex. — Naturwiss. *50*, 410—411.

— 1966: Die Tagesperiodik von Fließwasserorganismen. — Z. Morph. Ökol. Tiere *56*, 93—142.

NOLL, W., 1939: Die Grundwasserfauna des Maingebietes. — Mitt. Nat. Mus. Aschaffenburg, 3—26.

NOLL, W. u. STAMMER, H. J., 1953: Die Grundwasserfauna des Untermaingebietes von Hanau bis Würzburg mit Einschluß des Spessarts. — Mitt. Nat. Mus. Aschaffenburg, 6—77.

ORGHIDAN, T., 1955: Un nou domeniu de viata acvatica subterrana: „Biotopul Hiporeic". — Bul. Stiint. sect. biol. agr., geol. geogr. *7*, 657—676.

— 1959: Ein neuer Lebensraum des unterirdischen Wassers: Der hyporheische Biotop. — Arch. Hydrobiol. *55*, 3, 392—414.

PAX, F., 1942: Crustaceen aus deutschen Mineralquellen. — Abh. naturf. Ges. Görlitz, XXXIII, 3, 87—129.

PENECKE, K., 1903: Die Koleopterenfauna des unterirdischen Graz. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark *40*, 62—63.

PETKOVSKY, T., 1954: Beitrag zur Kenntnis der jugoslawischen Cyclopiden. — Acta Mus. Maced. sci. nat. II, 1, 1—31.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

PLESCOT, G., 1961: Die Periodizität der Ephemeropteren-Fauna einiger österreichischer Fließgewässer. — Verh. int. Ver. Limnol. *14*, 410—416.

PRIESEL-DICHTL, G., 1959: Die Grundwasserfauna im Salzburger Becken und im anschließenden Alpenvorland. — Arch. Hydrobiol. *55*, 3, 281 bis 370.

RACOVITZA, E., 1907: Essai sur les problemes biospeologiques. — Arch. zool. expér. gén. Ser. 4, VI, 371—488.

REISINGER, E., 1938: Turbellaria, Strudelwürmer. — In: Biologie der Tiere Deutschlands, I.

REMANE, A., 1952: Die Besiedlung des Sandbodens im Meer und die Bedeutung der Lebensformtypen für die Ökologie. — Zool. Anz. Suppl. *16*, 327—359.

RIXEN, J.-U., 1961: Kleinturbellarien aus dem Litoral der Binnengewässer Schleswig-Holsteins. — Arch. Hydrobiol. *57*, 464—538.

SCHELLENBERG, A., 1936: Bemerkungen zu meinem Niphargus-Schlüssel und zur Verbreitung und Variabilität der Arten nebst Beschreibung neuer Formen. — Mitt. Zool. Mus. Berlin *22*, 1, 1—44.

SCHERER, P., 1962: Phototaktisches Verhalten von Fließwasser-Insektenlarven. — Naturwiss. *49*, 477—478.

SCHMITZ, W., 1957: Die Bergbach-Zoozönosen und ihre Abgrenzung, dargestellt am Beispiel der oberen Fulda. — Arch. Hydrobiol. *53*, 465 — 498.

SCHNEIDER, R., 1885: Der unterirdische Gammarus von Clausthal (G. pulex var. subterraneus). — Sitzber. Akad. Berlin.

SCHOUPPÉ, A., 1950: Der geologische Rahmen der Lurgrotte bei Peggau. — Protok. 5. ord. Vollvers. Höhlenkomm. B. f. L. u. Forstwirtschaft, Wien.

SCHULZE, E. u. UHLMANN, D., 1960: Beitrag zur Faunistik der Barbarossahöhle. — Zool. Anz. *164*, 122—132.

SCHWARZ, P., 1967: Untersuchungen zum Besiedlungskreislauf von Isoperla goertzi (Ins. Plecoptera). — Arch. Hydrobiol. *64*, 75—87.

SCHWINNER, R., 1925: Das Bergland nordöstlich von Graz. — Sitzber. Ak. Wiss., math.-natw. Kl., Wien.

SCHWOERBEL, J., 1961: Die Bedeutung der Wassermilben für die biozönotische Gliederung. — Verh. int. Ver. Limnol. *14*, 355—361.

— 1961a: Über die Lebensbedingungen und die Besiedlung des hyporheischen Lebensraumes. — Arch. Hyrobiol. Suppl. *25*, 182—214.

— 1964: Die Bedeutung des Hyporheals für die benthische Lebensgemeinschaft der Fließgewässer. — Verh. int. Ver. Limnol. *15*, 215—226.

SEKERA, E., 1888: Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserturbellarien. — Sitzber. K. böhm. Ges. Wiss. math.-natw. Kl. Prag.

SPANDL, H., 1926: Die Tierwelt der unterirdischen Gewässer. — Spel. Monogr. XI, Wien.

STAMMER, H. J., 1936: Die Höhlenfauna des Glatzer Schneeberges. 8. Die Wasserfauna der Schneeberghöhlen. — Beitr. Biol. Glatz. Schneeberges. *2*, 199—214.

STANKÓVIC, S. u. KOMÁREK, J., 1927: Die Süßwassertrikladen des West-

balkans und die zoogeographischen Probleme dieser Gegend. — Zool. Jb. Syst. *53*, 591—674.

STROUHAL, H., 1940: Die Tierwelt der Höhlen von Warmbad Villach in Kärnten. Ein Beitrag zur Ökologie der Makrokavernen. — Arch. Naturgesch. BNF *9*, 372—434.

— 1964: Die Tierwelt der Höhlen Österreichs. — 3. Int. Kongr. Spel. III, Sekt. 2.

THIENEMANN, A., 1912: Der Bergbach des Sauerlandes. Faunistisch-biologische Untersuchungen. — Int. Rev. Biol. Suppl. *4*, 1—125.

— 1916: Planaria alpina auf Rügen und die Eiszeit. — 10. Jber. Geogr. Ges., Greifswald.

— 1921: Über Euporobothria bohemica Veyd. — Zool. Anz. *53*, 120—123.

— 1925: Die Binnengewässer Mitteleuropas — Binnengew. *1*, 1—255.

— 1950: Die Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. In: A. THIENEMANN, Die Binnengewässer, 18.

TILZER, M., 1968: Zur Ökologie und Besiedlung des hochalpinen hyporheischen Interstitials im Arlberggebiet (Österreich). — Arch. Hydrobiol. *65*, 255—308.

UDE, H., 1929: Oligochaeta. — In: DAHL: Die Tierwelt Deutschlands *15*, 1—128.

ULMER, G., 1964: Köcherfliegen oder Trichoptera. — In: BROHMER, EHRMANN, ULMER: Die Fauna von Deutschland. Heidelberg.

VANDEL, A., 1965: Biospeleology. The biology of cavernicolous animals. — 1—524. Pergamon Press.

VEJDOVSKÝ, F., 1882: Tierische Organismen in den Brunnengewässern. von Prag. — Selbstverlag.

VORMAIR, F., 1938: Studien im Mittelsteirischen Karst. — Unveröff. Diss. Graz.

— 1940: Die Dolinenwelt des Mittelsteirischen Karstes. — Z. Geomorph. 11.

VORNATSCHER, J., 1938: Faunistische Untersuchungen des Lusthauswassers im Wiener Prater. — Int. Rev. Hydrobiol. 37.

— 1952: Bemerkungen zur Tierwelt der Peggauer Lurhöhle. — Die Höhle, 5, 2, 6—11.

— 1955: Bemerkungen zur Tierwelt der Semriacher Lurhöhle. — Höhlenkundl. Mitt. Wien, 11.

— 1964: Die lebende Tierwelt der Dachsteinhöhlen. — 3. Int. Kongr. Spel. III, Sekt. 2.

WAGLER, E., 1927: Crustaceae (Krebstiere). In: BROHMER, EHRMANN, ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas, II, 3—224.

WALDNER, F., 1929: Studien an der Tierwelt der Lurhöhle Peggau—Semriach. — Spel. Jb. 10/12.

WEGELIN, R., 1966: Beitrag zur Kenntnis der Grundwasserfauna des Saale-Elbe-Einzugsgebietes. — Zool. Jb. Syst. *93*, 1—117.

WINKLER-HERMADEN, A. v., 1957: Geologisches Kräftespiel und Landformung. — Wien.

WOLF, J. P., 1919: Die Ostracoden aus der Umgebung von Basel. — Arch. Naturgesch. Abt. A. 85, 3, 1—96.

ZACHARIAS, O., 1886: Ergebnisse der zoologischen Exkursion ins Glatzer-, Iser- und Riesengebirge. — Z. wiss. Zool. 43.

ZSCHOKKE, F., 1911: Die Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas. Eine geographisch-faunistische Studie. Leipzig.